

Jani Sirenius

Maanalaisten vesi- ja viemärijärjestelmien suunnitteluohje

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Talotekniikka

Insinöörityö

25.3.2017

Tekijä Otsikko	Jani Sirenius Maanalaisten vesi- ja viemärijärjestelmien suunnitteluohje
Sivumäärä Aika	46 sivua 25.3.2017
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	talotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	LVI, suunnittelupainotteinen
Ohjaaja	lehtori Hanna Sulamäki
<p>Tämän insinöörityön tarkoituksena oli luoda maanalaisten vesi- ja viemärijärjestelmien suunnitteluohjeet helpottamaan LVI-suunnittelijan suunnittelua. Insinöörityössä esitettäviä ohjeita voidaan käyttää uusien ja vanhojen rakennuksien maanalaisten vesi- ja viemärijärjestelmien suunnittelussa.</p> <p>Insinöörityö käsittelee rakennuksen vesi- ja viemärijärjestelmiin kuuluvien maanalaisten viemäreiden, salaojen, kaivojen, pumppaamojen, erottimien, puhdistamojen sekä hulevesien viivytyksen suunnitteluohjeet. Suunnitteluohjeessa käydään läpi laitteiden mitoitus sekä sijoitusperiaatteet käyttäen apuna Suomen rakentamismääräyskokoelmaa, laitteiden valmistajien ohjeita, työpaikaltani saatuja tietoja sekä omaa työkokemusta.</p> <p>Työssä käydään myös läpi maanalaisten vesi- ja viemärijärjestelmien tärkeimpiä laitteita yleisesti ja kerrotaan, millä tavalla laitteet kuuluvat järjestelmiin. Suunnitteluohjeen lisäksi tässä insinöörityössä kerrotaan maanalaisten vesi- ja viemärijärjestelmien toteutuksesta yleisellä tasolla.</p> <p>Työn tuloksena saatiin tehtyä opiskelijoiden sekä LVI-suunnittelijoiden käyttöön soveltuva suunnitteluohje. Suunnitteluohjeisiin saatiin kerättyä hyviä malli esimerkkejä sekä suunnittelua helpottavia ohjeita.</p> <p>Suunnitteluohjeesta tuli kattava kuvaus maanalaisten vesi- ja viemärijärjestelmien suunnittelusta. Se sisältää LVI-suunnittelun perusteista tarvittaviin tietoihin, joita tarvitaan lvi-suunnittelussa.</p>	
Avainsanat	maanalainen, vesi, viemäri, salaoja, sadevesi, paineviemäri, kaivot, erotin, pumppaamo, panospuhdistamo, hulevesi

Author Title	Jani Sirenus Planning instructions for underground water and sewer systems
Number of Pages Date	46 pages 25 March 2017
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Building Services Engineering
Specialisation option	HVAC Engineering, Design Orientation
Instructor	Hanna Sulamäki, Senior Lecturer
<p>The purpose of this Bachelor's thesis was to create planning instructions for underground water and sewer systems to help a freshly graduated HVAC engineer. The instructions can be used for both new and old buildings.</p> <p>For the thesis, the national building code of Finland and instructions by manufacturers were studied for dimensioning and placement principles for the devices used in underground water systems. Some major devices and their importance for the underground water systems were also studied.</p> <p>The result of this Bachelor's thesis was a set of instructions for the planning of underground water and sewer systems. The instructions are a full description of underground water and sewer systems, and contain all information necessary for their planning, and offer good examples to help the designer.</p>	
Keywords	underground, water, sewers, storm water drain, underground drain, pits, pumping stations, separators, batch reactors and urban runoff delay system.

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Selvitysmenetelmät	1
3	Yleistä	2
3.1	Maanalaiset vesi- ja viemäriputket	2
3.1.1	Jätevesiviemärit	2
3.1.2	Sadevesiviemärit	3
3.1.3	Paineviiemärit	4
3.1.4	Salaojat	5
3.1.5	Tonttivesijohto	6
3.2	Kaivot	7
3.2.1	Perusvesikaivot	7
3.2.2	Jätevesikaivot	8
3.2.3	Sadevesikaivot	9
3.2.4	Salaojakaivot	10
3.2.5	Betoniset kaivot	10
3.2.6	Kaivon jäätymissuoja	11
3.3	Pumppaamot	12
3.4	Eroittimet	14
3.4.1	Hiekan- ja öljynerottimet	14
3.4.2	Rasvanerottimet	15
3.5	Panospuhdistamot	16
3.6	Hulevesien viivytys ja imeytys	17
4	Suunnittelu	18
4.1	Maanalaiset vesi- ja viemäriputket	18
4.1.1	Jätevesiviemärit	18
4.1.2	Sadevesiviemärit	22
4.1.3	Paineviiemärit	25
4.1.4	Salaojat	25
4.1.5	Tonttivesijohto	26
4.2	Kaivot	29

4.2.1	Perusvesikaivot	29
4.2.2	Jätevesikaivot	29
4.2.3	Sadevesikaivot	30
4.2.4	Salaojakaivot	30
4.3	Pumppaamot	31
4.4	Erottimet	33
4.4.1	Hiekan- ja öljynerottimet	33
4.4.2	Rasvanerottimet	35
4.5	Panospuhdistamot	37
4.6	Hulevesien viivytyt ja imeytys	39
5	Toteutus	40
5.1	Maanalaiset vesi- ja viemäriputket	40
5.2	Pumppaamot	41
5.3	Erottimet	41
5.4	Panospuhdistamot	42
5.5	Hulevesien viivytyt ja imeytys	42
6	Yhteenveto	43
	Lähteet	44

1 Johdanto

Tämän insinööriyön tarkoituksena on luoda maanalaisten vesi- ja viemärijärjestelmien suunnitteluohjeet helpottamaan aloittelevan LVI-suunnittelijan suunnittelua. Insinööri-työssä esitettäviä ohjeita voidaan käyttää uusien ja vanhojen rakennuksien maanalaisten vesi- ja viemärijärjestelmien suunnittelussa.

Insinööriyö käsittelee rakennuksen vesi- ja viemärijärjestelmiin kuuluvien maanalaisten viemäreiden, salaojien, kaivojen, pumppaamojen, erottimien, puhdistamojen sekä hule-vesien viivytyksen suunnitteluohjeita. Suunnitteluohjeessa käydään läpi laitteiden mitoitukset sekä laitteiden asennusperiaatteita käyttäen apuna Suomen rakentamismääräyskokoelmaa, laitteiden valmistajien ohjeita, vanhempien suunnittelijoiden ohjeita sekä omaa työkokemusta.

Työssä käydään myös läpi maanalaisten vesi- ja viemärijärjestelmien tärkeimpiä laitteita yleisesti ja kerrotaan, millä tavalla laitteet kuuluvat järjestelmiin.

Suunnitteluohjeen lisäksi tässä insinööriyössä kuvaillaan maanalaisten vesi- ja viemärijärjestelmien toteutusta yleisellä tasolla.

2 Selvitysmenetelmät

Maanalaisten vesi- ja viemärijärjestelmien suunnitteluohjeen tekeminen aloitettiin miettimällä, miten suunnitteluohjeesta saataisiin mahdollisimman kaatava ja hyödyllinen sitä käyttävälle suunnittelijalle. Suunnitteluohjeen tietojen kerääminen aloitettiin tutkimalla Suomen rakentamismääräyskokoelmaa, vanhoja suunnittelutöitä, standardeja sekä laitteiden ja putkistojen valmistajien ohjeita.

3 Yleistä

3.1 Maanalaiset vesi- ja viemäriputket

3.1.1 Jätevesiviemärit

Jätevesiviemäreillä tarkoitetaan viemäreitä, jotka yleisesti keräävät kaikki ihmisen eritteet. Esimerkiksi wc-istuimen viemäri kuuluu jätevesiviemäriin. Jätevesiviemäri johdetaan talosta pois jätevedentarkastuskaivon kautta kunnalliseen jätevesiviemäriin, josta se johdetaan jätevedenpuhdistamolle. Kuvassa 1 on esitetty tyypillinen ”muhvi”-muovi-viemäri. Muhvilla tarkoitetaan viemärin liitoskappaletta, jolla viemäri yhdistetään toiseen viemäriin. Kuvassa 1 ”muhvi” näkyy putken vasemmalla puolella.

Jätevesiviemärit tehdään nykyisin pitkälti muovisista PP- tai PVC-viemäriputkista. Viemärit voidaan myös tehdä valurauta tai teräspankista, jos kohteessa on riski putkien haajoamiselle. Tämänlaisia kohteita voivat olla esimerkiksi teollisuushallit.

Jätevesiviemäreitä ei yleisesti eristetä, mikäli viemäri on asennettu riittävän syvälle. Jos viemärin asennussyvyys ei ole riittävä, viemäri voidaan varustaa sähkösaatolla tai eristää eristelevyillä.

Viemärikokoja on standardeina DN32 mm – DN500 mm, mutta niitä pystyy myös tilaamaan suurempana mittaustyönä, mikäli kohde sen vaatii.



Kuva 1. Uponor PP-viemäriputki [1]

3.1.2 Sadevesiviemärit

Sadevesiviemäreillä tarkoitetaan viemäreitä, jotka keräävät talon katolta rännikaivoihin tulevat sadevedet ja pihan pinnalle tulevat sadevedet sadevesikaivojen kautta.

Esimerkki rännikaivosta on esitetty kuvassa 2. Kuvassa 2 esitetty rännikaivo on hiukan normaalista kalliimpi versio, mutta toiminnaltaan samanlainen. Sadevesi menee rännikaivoon lehtisuojan läpi ja siitä etenee sadevesiviemäriin. Rännikaivon yhdistämisessä sadevesiviemäriin voidaan käyttää joustavampaa muoviputkea ahtaimmissa kohdissa.

Sadevesiviemärit vievät sadevedet talon perusvesikaivoon, johon viedään myös yleisesti myös salaojavedet. Perusvesikaivon jälkeen sadevedet johdetaan hulevesienliitoskaivoon, josta hulevedet johdetaan puhdistamattomina vesistöön.

Sadevesiviemäreitä ei yleisesti eristetä, mikäli sadevesiviemäri on asennettu riittävän syvälle. Jos sadevesiviemärin asennussyvyys ei ole riittävä, viemäri voidaan varustaa sähkösaatolla tai eristää eristelevyillä.

Sadevesiviemärit tehdään samoista putkista kuin jätevesiviemärit. Tämän takia viemärikokojen saatavuus on sama. [2, s. 4–7.]



Kuva 2. Uponor-rännikaivo 200 [2, s. 6]

3.1.3 Paineviemärit

Paineviemäreillä tarkoitetaan viemäreitä, joiden sisältö pumpataan pumppaamojen avulla. Paineviemäreitä käytetään usein kohteissa, joissa ei ole mahdollista toteuttaa normaalia viemärointiä esimerkiksi viemärin kaadon riittämättömyyden takia. Paineviemäreiden avulla johdetaan pumppaamolle tulleet jätevedet talolta, joko toimivaan viemäriverkostoon, puhdistamolle tai säiliöön.

Kuvassa 3 on esitettynä kaksi PEH-paineviemäriä. Paineviemäreiden kokoja löytyy samalla tavalla kuin viemärikokojakin.

Paineviemärit eristetään sekä yleisesti varustetaan sähkösaatolla. Markkinoilla on tuotteita, jossa on kaikki samassa paketissa.

Paineviemärit tehdään yleisesti joustavasta PEM- tai PEH-muoviputkesta. PEM- ja PEH-paineviemäri on letkumaista ja joustavaa putkea. Sitä saa satoja metrejä ilman liitoksia, mikä vähentää vuotamisen riskiä.



Kuva 3. PEH-paineviemäriputki [3]

3.1.4 Salaojat

Salaojilla tarkoitetaan putkia, joiden tarkoitus on estää kosteuden joutuminen perustuksiin. Salaojat johdattavat maaperän kosteuden pois talon perustuksien läheltä ja kuivaa näin maaperää.

Salaojajärjestelmä koostuu rakennusta kiertävistä salaojaputkista ja talon kulmille asennetuista salaojakaivoista. Näiden kautta vesi johdetaan rakennuksen luota perusvesikaivoon. Perusvesikaivosta salaojat johdetaan hulevesien liitoskaivoon, josta se johdetaan puhdistamattomana vesistöön.

Salaojat tehdään yleisesti muoviputkesta, jonka vaipassa on reikiä. [2, s. 2–4.]

Salaojat tehdään yleisesti DN110 mm:n salaojaputkista. Putkikokoina voidaan käyttää myös läpimittoja DN75 mm ja DN160 mm. Yli DN160 mm:n salaojia ei yleisesti ole käytetty. Tilanteissa, jossa vaaditaan suurempia salaojia, suositellaan käyttämään kahta DN110 mm:n salaojaa vierekkäin. Kuvassa 4 on esitetty tyypillinen salaojaputki.



Kuva 4. Salaojaputki [4]

3.1.5 Tonttivesijohto

Tonttivesijohdolla tarkoitetaan putkea, joka tuo taloon käyttöveden. Tonttivesijohto on paineellinen putki, kuten paineviemärit. Tonttivesijohto otetaan kunnallisesta vesilinjasta, josta se johdetaan talon sisään. Talon sisällä tonttivesijohto yleisesti johdetaan vesimitarin läpi lämminvesivaraajalle ja kylmään käyttöveteen. Rakennuksessa voi olla myös lämminvesivaraajaton järjestelmä, esimerkiksi kaukolämmössä. Tällöin vettä lämmitetään esimerkiksi puulla tai hiilellä.

Tonttivesijohdon paineellisuuden takia se nykyään tehdään yleisesti PEM- tai PEH-muoviputkesta. Putken joustavuuden takia vesijohto saadaan vietyä talolle hankalaakin reittiä.

Tonttivesijohto eristetään sekä yleisesti varustetaan sähkösaatolla. Markkinoilla on tuotteita, jossa on kaikki samassa paketissa.

Kuvassa 5 on esitetty PEM-tonttivesijohto. Tonttivesijohtojen kokoja on samalla tavalla kuin viemärikokojakin.



Kuva 5. PEM-tonttivesijohto [5]

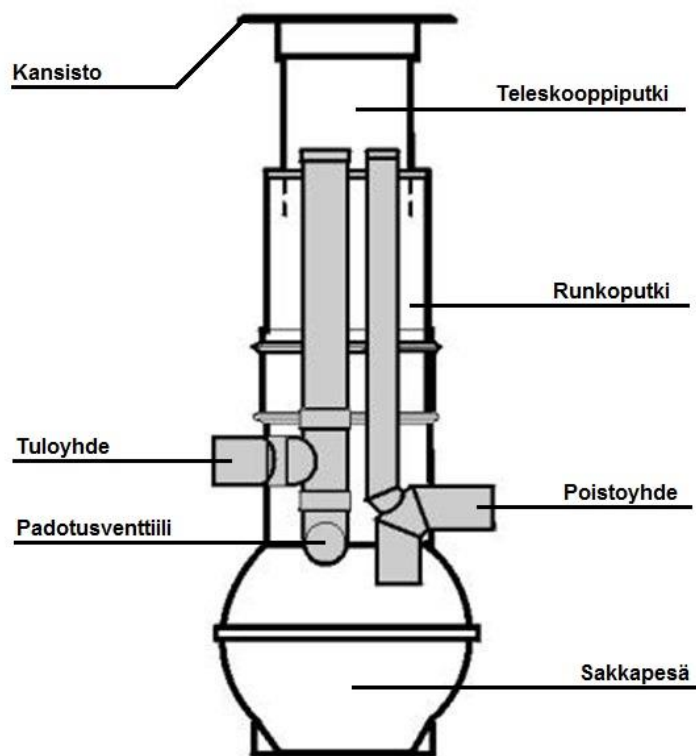
3.2 Kaivot

3.2.1 Perusvesikaivot

Perusvesikaivoja käytetään sadevesien ja salaojien keräämiseen ennen kuin ne johdetaan kunnalliseen hulevesiviemäriverkostoon. Kaivot voidaan eristää eristelevyillä, mikäli vesijuoksu on liian matalalla.

Perusvesikaivon varusteisiin kuuluu runkoputki, sakkapesä, tuloyhteet, poistoyhde, teleskooppiputki, padotusventtiili ja kansisto.

Padotusventtiili laitetaan alimpaan tuloyhteeseen, joka yleisesti on salaojien tuloyhde. Padotusventtiilin avulla estetään sadevesien tulviminen salaojaputkiin. Sakkapesällä tarkoitetaan kaivon pohjassa olevaa tilaa, johon kerääntyvät hiekat ja muut sinne kuulumattomat aineet. Kuvassa 6 on esitetty leikkaus perusvesikaivosta.



Kuva 6. Perusvesikaivo [6]

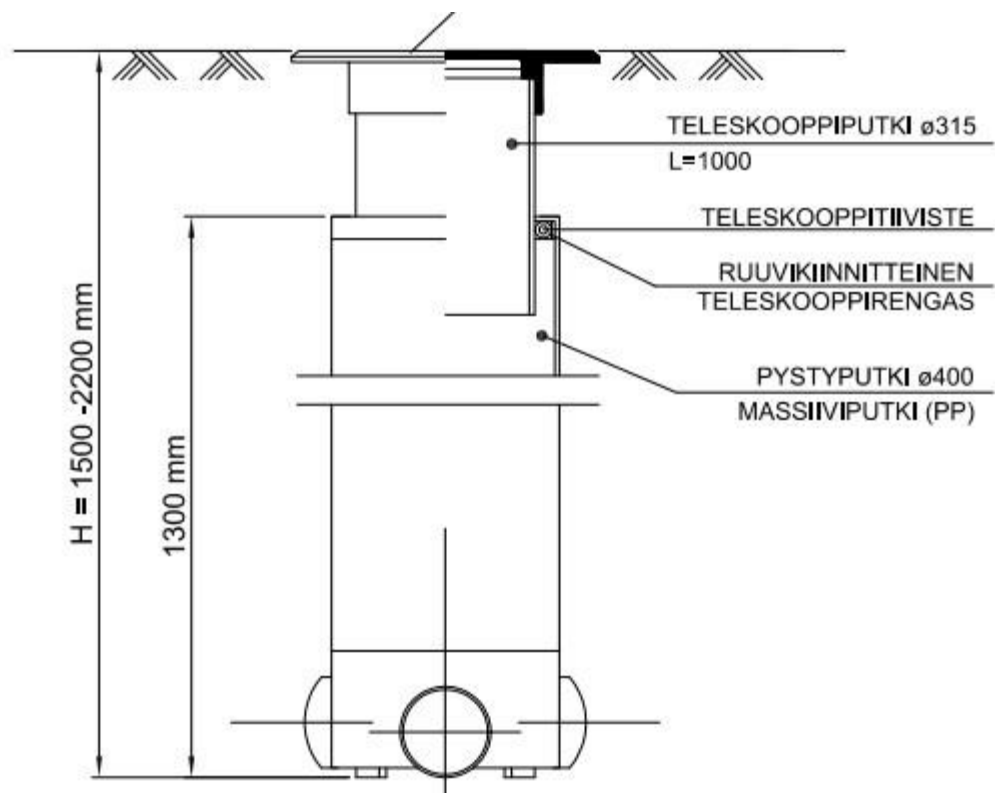
3.2.2 Jätevesikaivot

Jätevesikaivoja käytetään nimensä mukaan jätevesiviemärijärjestelmissä. Jäteviemärikaivot ovat yleisesti jätevedentarkastuskaivoja. Jätevesiviemäritarkastuskaivojen avulla viemärit pystytään huoltamaan ja puhdistamaan.

Kaivojen tehtävä on myös toimia liitoskaivona, mikä tarkoittaa sitä, että kaivoon tulee useampi kuin yksi tuloyhde.

Jätevesikaivot toimivat periaatteeltaan samanlaisesti kuin esimerkiksi sadevesikaivot, mutta jäteviemärikaivossa ei ole sakkapesää, vaan kaivon pohjalla on vesijuoksua varten vesikouru. Jätevesikaivojen kannet ovat umpinaisia.

Kuvassa 7 on esitetty leikkaus jätevesikaivosta.



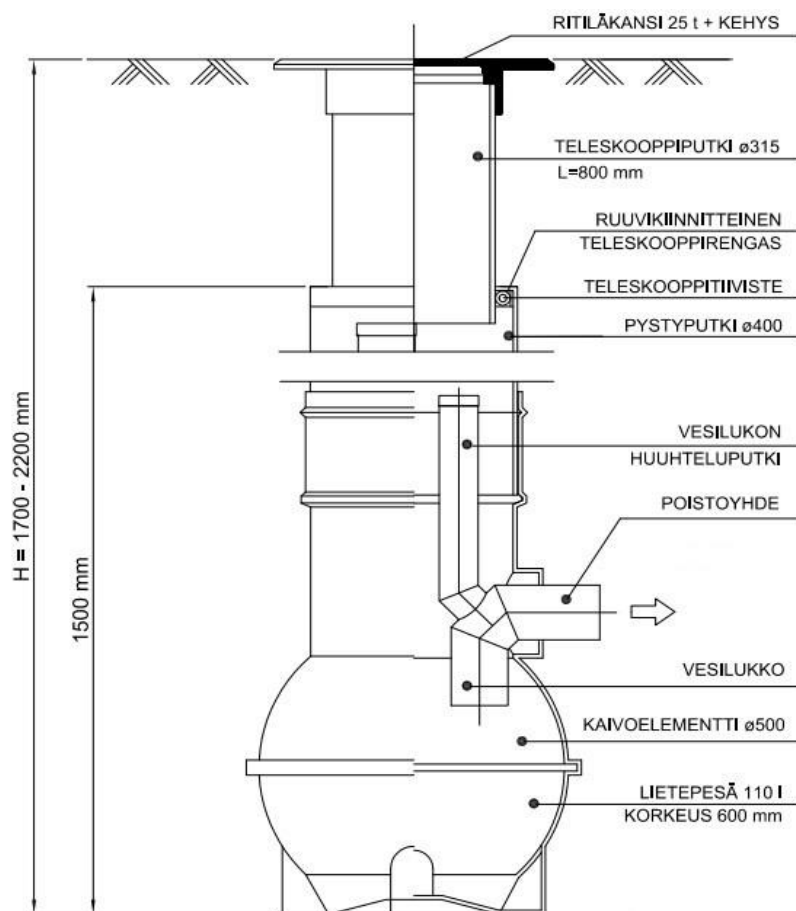
Kuva 7. Jätevesikaivo [7]

3.2.3 Sadevesikaivot

Sadevesikaivoja käytetään sadevesijärjestelmissä. Sadevesikaivoja on yleisesti kahdenlaisia. Ne ovat sadevesikaivo, jossa on ritiläkansi, ja sadevedentarkastuskaivo, jossa on umpikansi. Kuvassa 8 on esitetty leikkaus sadevesikaivosta.

Sadevesikaivo kerää pihan pintavedet ja johtaa ne tarkastuskaivolle. Sadevesikaivossa ei ole tuloyhteitä, siinä on vain poistoyhde. Sadevesikaivot, jotka altistuvat koville pakkasille voidaan varustaa jäätymissuojalla, joka asennetaan kaivon sisälle. (kuva 11.)

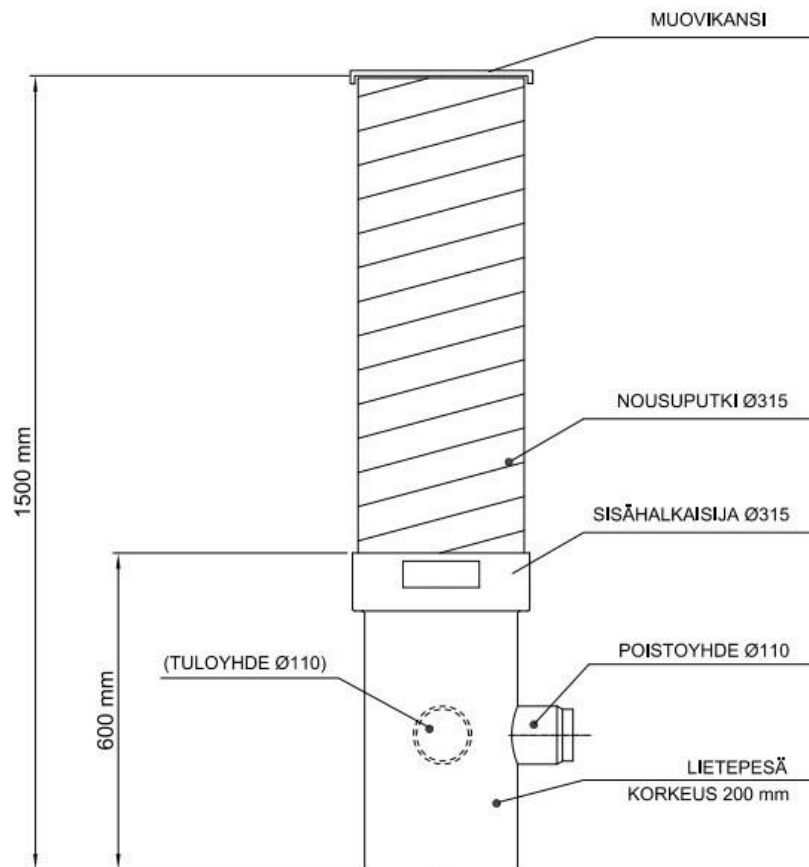
Sadevedentarkastuskaivo kerää sadevesikaivojen vedet ja viemäri ne perusvesikaivolle. Tarkastuskaivosta on tarkoitus huoltaa sadevesiviemärit.



Kuva 8. Sadevesikaivo [8]

3.2.4 Salaojakaivot

Salaojakaivoja käytetään salaojajärjestelmissä. Salaojakaivot ovat yleisesti salaojientarkastuskaivoja, joista salaojat huolletaan ja niiden kunto tarkistetaan. Niitä käytetään salaojien liitoskaivoina. Salaojakaivoissa on umpikansi sekä lietepesä. Kuvassa 9 on esitetty salaojakaivon varustus.



Kuva 9. Salaojakaivo [9]

3.2.5 Betoniset kaivot

Betonisia kaivoja käytetään nykyään enimmäkseen alueilla, jossa on raskasta liikennettä. Kaivoja voidaan käyttää esimerkiksi sadevesikaivoina kuin myös vesikaivona.

Betoniset kaivot tehdään yleisesti betonisista kaivonrenkaista. Kaivonrenkaita saa eri leveyksillä ja korkeuksilla. Betoniseen kaivoon tulee yleisesti pohjarengas, jonka päälle

asennetaan kaivonrenkaita. Kaivot voidaan tehdä myös ilman pohjarengasta. Tämänlaisia kaivoja ovat esimerkiksi vedenotto-kaivot sekä imeytyskaivot. Lopuksi kaivoon tulee rutilä- tai umpikansi. Kuvassa 10 on esitetty betoninen kaivonrengas.



Kuva 10. Betoninen kaivonrengas [10]

3.2.6 Kaivon jäätymissuoja

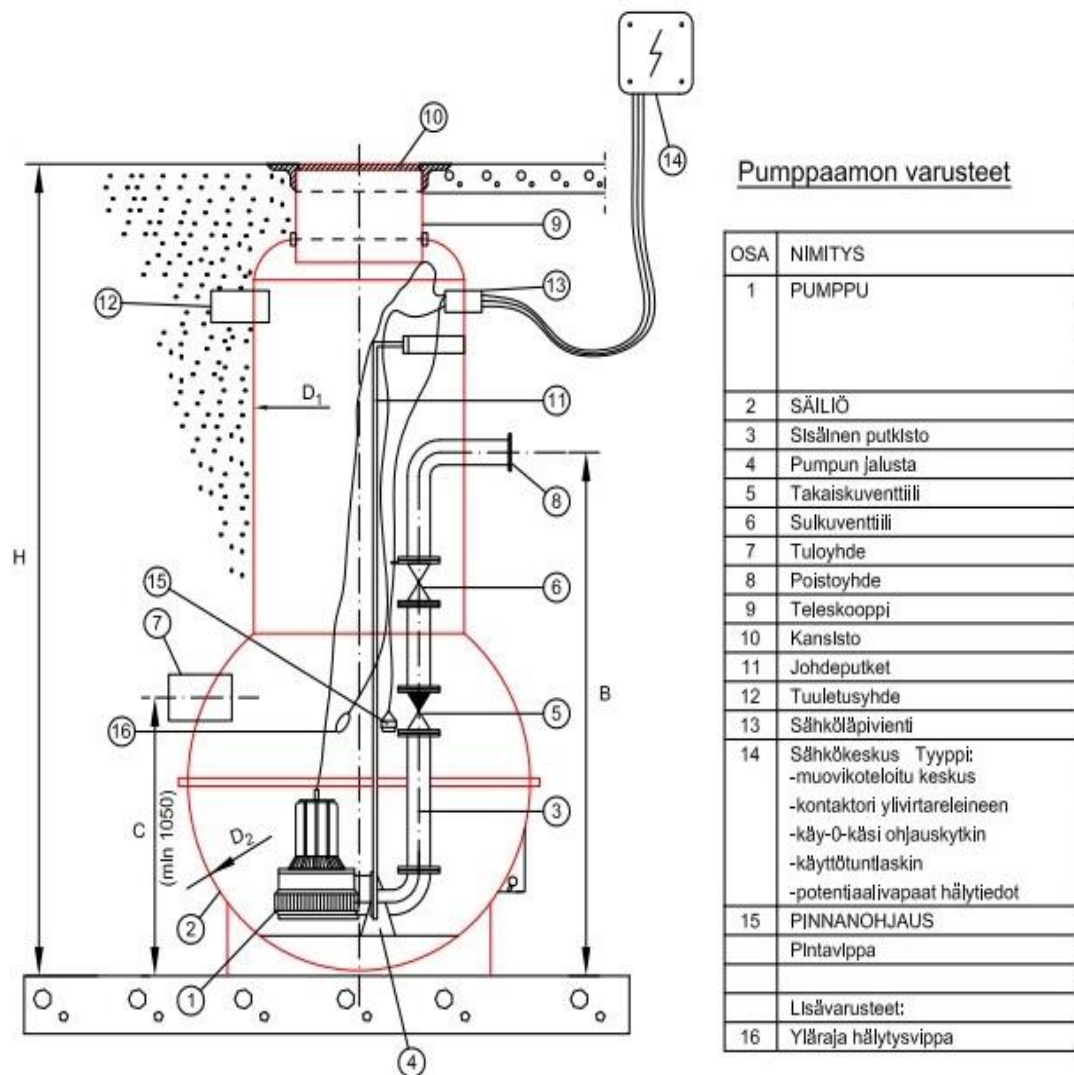
Kaivon jäätymissuojan tarkoituksen on estää pakkasilman pääsy kaivon vesijuoksuun. Jäätymissuojia käytetään yleisesti sadevesikaivoissa, joissa on rutiläkansi. Jäätymissuoja sijoitetaan kaivon sisälle teleskooppiosaan ja jäätymissuojassa oleva naru sidotaan kaivon kanteen. Tämä mahdollistaa suojan noston ja puhdistamisen. Jäätymissuojaa suositellaan käytettävän matalammissa kaivoissa kuin 1,5 m. Kuvassa 11 on esitetty kaivon jäätymissuoja.



Kuva 11. Kaivon jäätymissuoja [11]

3.3 Pumppaamot

Sadevesi-, salaoja- ja jätevesipumppaamoja käytetään rakennuksien vesien pumpppaamiseen tilanteissa, jolloin viettoviemärin kaato ei tule riittämään. Tällä tarkoitetaan tilanteita, joissa esimerkiksi maaston takia ei pystytä viemäröimään haluttuun paikkaan. Maasto voi olla mäkistä, sekä on mahdollista, että maata ei voida kaivaa tarpeeksi. Toinen syy pumpppaamiselle voi olla padotuskorkeus. Padotuskorkeudella tarkoitetaan korkeutta, jolle vesi voi hetkellisesti nousta. Padotuskorkeuden on oltava rakennuksen alimman kerroksen lattian alapuolella. Jos padotuskorkeuden pitäminen sallituissa rajoissa on mahdotonta, on rakennuksessa käytettävä pumppaamoja tulvien varalta. Kuvassa 12 on esitetty pumppaamon varusteet.



Kuva 12. Jätevesi-, sadevesi- ja salaojapumppaamo [13]

Pumppaamot eroavat pitkälti pumpun ominaisuuksissa. Jätevesipumppaamoissa käytetään silppuripumppuja, joka on tarkoitettu jätteiden silppuamiseen. Pumppaamot varustetaan yleisesti vain yhdellä pumpulla, mutta niihin on myös mahdollista hankkia kahdella pumpulla toimiva järjestely. Tällöin käytetään pumppujen vuorottelua, jolloin pumput ovat päällä vuorotellen.

Pumpun toiminta perustuu pumpussa olevan pintakytkimen nousemiseen veden pinnan noustessa käynnistystasolle. Kun veden pinta laskee takaisin pysäytystasolle, pumppu pysähtyy. Pumppaamot varustetaan myös ylärajahälytyksellä, jonka ylittyessä pumppaamo lähettää hälytyksen keskukseen. [12, s. 2.]

Omaa kokemustani pumppaamoista on niiden suunnittelu teollisuusalueille, joissa ei ole riittänyt viettoviemärin kaato tonttviemäriin.

3.4 Erottimet

3.4.1 Hiekan- ja öljynerottimet

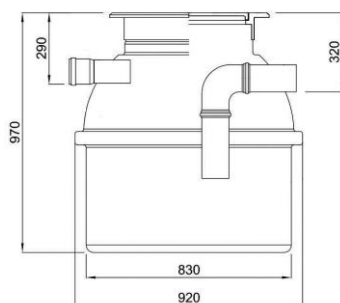
Öljynerottimen tarkoitus on erottaa vedessä olevat öljyt. Öljynerottimia käytetään esimerkiksi öljyisten jätevesien, kuten huoltoasemien sadevesien ja parkkipaikkojen jätevesien öljyjen erottamiseen. Öljynerottimen sisällä oleva öljy on vettä kevyempää, jolloin se nousee vedenpinnalle. Öljynvarastotilan täytyttyä öljynerotin lähettää keskukseen hälytyksen, jolloin öljynerotin tullaan tyhjentämään.

Öljynerottimet on jaettu 1-luokkaan ja 2-luokkaan. Ne eroavat vaatimuksiltaan öljynpuhdistamisessa. 1-luokan öljynerottimen läpi kulkevan veden öljypitoisuus erottimen jälkeen saa olla vain 5 mg/l ja 2-luokan erottimessa 100 mg/l. 1-luokan erottimia käytetään enimmäkseen teollisten prosessivesien puhdistamiseen. 2-luokan erottimia käytetään kiinteistöissä, jossa vesi johdetaan erottimen jälkeen kunnalliselle jätevedenpuhdistamolle.

Hiekanerottimen tarkoituksena on estää hiekan päätyminen runkoviemäriin. Hiekanerottimia käytetään mm. suurissa yli 40 m²:n kokoisissa autotalleissa.

Yhdistettyä hiekan- ja öljynerotinta käytetään yleisesti pienemmissä tiloissa, kuten tekniikatiloissa ja pienissä autotalleissa. Suomessa tietyt kunnat vaativat aina hiekanerottimen lisäksi öljynerotuksen. Tämä on syytä selvittää hankittaessa laitetta. [14, s. 5.]

Omaa kokemustani erottimista on niiden suunnittelu teollisuuskohteisiin, joissa on ollut öljyvuodon mahdollisuus.



Kuva 13. Hiekan- ja öljynerotin [15]

3.4.2 Rasvanerottimet

Rasvanerottimien tarkoitus on poistaa rasvoja ja kiinteitä aineita jätevedestä ennen vesien siirtymistä kunnalliseen jätevesiverkostoon. Rasvanerottimia käytetään yleensä kohteissa, joissa on ammattikeittiö. Tämänlaisia kohteita ovat esimerkiksi ravintolat. Kuvassa 14 on esitetty rasvanerotin.

Rasvanerottimen toiminta on yksinkertainen. Rasvanerottimelle tulevassa rasvaviemäriässä on rasvaa ja orgaanisia aineita, jotka rasvanerottimessa nousevat pintaan. Puhdampi vesi virtaa rasvanerottimen väliseinien ohi jätevesiviemäriin. Rasvanerottimen täyttyessä se antaa hälytyksen keskukseseen, jolloin imuauto tulee tyhjentämään sen. [16.]

Omaa kokemustani rasvanerottimista on niiden suunnittelu kohteisiin, joissa on ollut ammattikeittiöt. Muistuttaisin olemaan erityisen tarkkana rasvaviemäreiden korkojen kanssa, mikäli rasvanerotin asennetaan matalaan tilaan. Rasvaviemäreiden pituus viemäripisteen ja rasvanerottimen välillä on syytä pitää mahdollisimman lyhyenä, koska pidemmällä matkalla rasva alkaa jäähtyä. Pitkässä rasvaviemäriässä on riski, että rasva alkaa jäähtymään ja kerääntymään viemärin seinämille.



Kuva 14. Rasvanerotin [17]

3.5 Panospuhdistamot

Panospuhdistamot ovat jäteveden pienpuhdistamoja, joihin voidaan johtaa rakennuksen kaikki tai osa jätevesistä. Panospuhdistamot on tarkoitettu haja-asutusalueilla olevien rakennusten jäteveden puhdistamoiksi.

Panospuhdistamoissa jäteveden puhdistaminen perustuu biologiseen prosessiin sekä myös usein kemialliseen prosessiin. Biologisessa prosessissa jäteveden bakteerit hajottavat orgaanisia aineita. Panospuhdistamon sisäinen fosfori saostetaan kemikaalilla. Esisaostettu kiintoaine tyhjennetään puhdistamosta säännöllisesti ja kuljetetaan kunnalliselle puhdistamolle. [18, s. 3.]

Muita puhdistusratkaisuja ovat esimerkiksi maapuhdistamot, harmaaavesisuodattimet sekä umpisäiliöt.

Maapuhdistamolla tarkoitetaan järjestelmää, jossa jätevedet puhdistetaan maaperässä. Puhdistuskenttänä voidaan käyttää imeyttämöä tai suodattamaa maaperässä. Harmaa-avesisuodattimella tarkoitetaan järjestelmää, jossa jätevedet suodatetaan ympäristöystävällisellä turvesuodatustekniikalla säiliössä. Umpisäiliöllä tarkoitetaan järjestelmää, jossa vedet johdetaan säiliöön. Säiliö tyhjennetään imuautolla säännöllisesti. Umpisäiliö ei siis puhdistaa jätevesiä. [19.]

Omaa kokemustani panospuhdistamoista on kohde, jossa tonttiviemäriä ei ollut lähimailla.



Kuva 15. Panospuhdistamo [20]

3.6 Hulevesien viivytys ja imeytys

Hulevesien viivytyksen tarkoituksena on estää hulevesien tulviminen esimerkiksi rankkasateiden aikaan. Hulevesien viivytyksessä voidaan käyttää esimerkiksi hulevesien viivytyssäiliötä, jonka tarkoituksena on hidastaa hulevesien virtaamaa ja voi estää tulvimista. Rankkasateen aikaan säiliö täyttyy ja sateen loputtua säiliö tyhjenee hiljalleen.

Hulevesien imeytyksellä tarkoituksena on imeyttää hulevedet omalle tontille. Tämänlaisiin ratkaisuihin päädytään, jos hulevesien viemärointi kunnalliseen verkostoon on mahdotonta tai halutaan vähentää verkoston kuormitusta. Hulevedet viemäroidään kasetteihin tai imeytystunneleihin, jossa vesi hiljalleen imeytetään maahan. [21.]

Toinen tapa imeyttää hulevedet on räätälöidä esimerkiksi betonisista kaivonkansista kaivo, joka täytetään kivillä ja soralla. Kaivo toimii samalla tavalla kuin vedenotto-kaivo, mutta toiseen suuntaan.



Kuva 16. Hulevesien viivytyk- ja imeytystunneli [22]

4 Suunnittelu

Ennen suunnittelujen aloittamista on syytä tutustua kohteeseen sekä ottaa selvää mitä tilaaja haluaa. Aikatauluun on hyvä tutustua ja arvioida jo alkuvaiheessa, riittääkö aika työn suunnitteluun vai tarvitaanko apuvoimia.

Muihin suunnittelijoihin on syytä pitää yhteyttä heti suunnittelun alusta ja antaa heille tilannepäivityksiä viikoittain.

Hyvät lähtötiedot ja yhteydenpito luovat paremman lopputuloksen.

4.1 Maanalaiset vesi- ja viemäriputket

4.1.1 Jätevesiviemärit

Maanalaisten jätevesiviemäreiden suunnittelu aloitetaan selvittämällä, miten ja minne jätevedet viemäroidään. Tämän jälkeen on syytä havainnollistaa viemäreiden reitti ja jätevesiviemärikaivojen sijoitus rakennuksen lähetyville.

Viemäreiden sijoituksessa on syytä huomioida viemäreiden asennussyvyys sekä viemäreiden kaadon riittävyys. Viemäreiden asennussyvyydessä on huomioitava routasyvyys. Paikoissa, joissa riittävän syvälle kaivaminen on mahdotonta, viemärit eristetään tai lämmitetään.

Tästä voidaan päätellä, tarvitaanko kohteeseen esimerkiksi jätevesiviemäripumppaamo tai muuta erikoisvarustelua. Kun viemärireitti on suunniteltu, aloitetaan mitoittaminen.

Jätevesiviemäreiden mitoitus aloitetaan laskemalla rakennuksen viemäripisteiden normivirtaamien summa (Q).

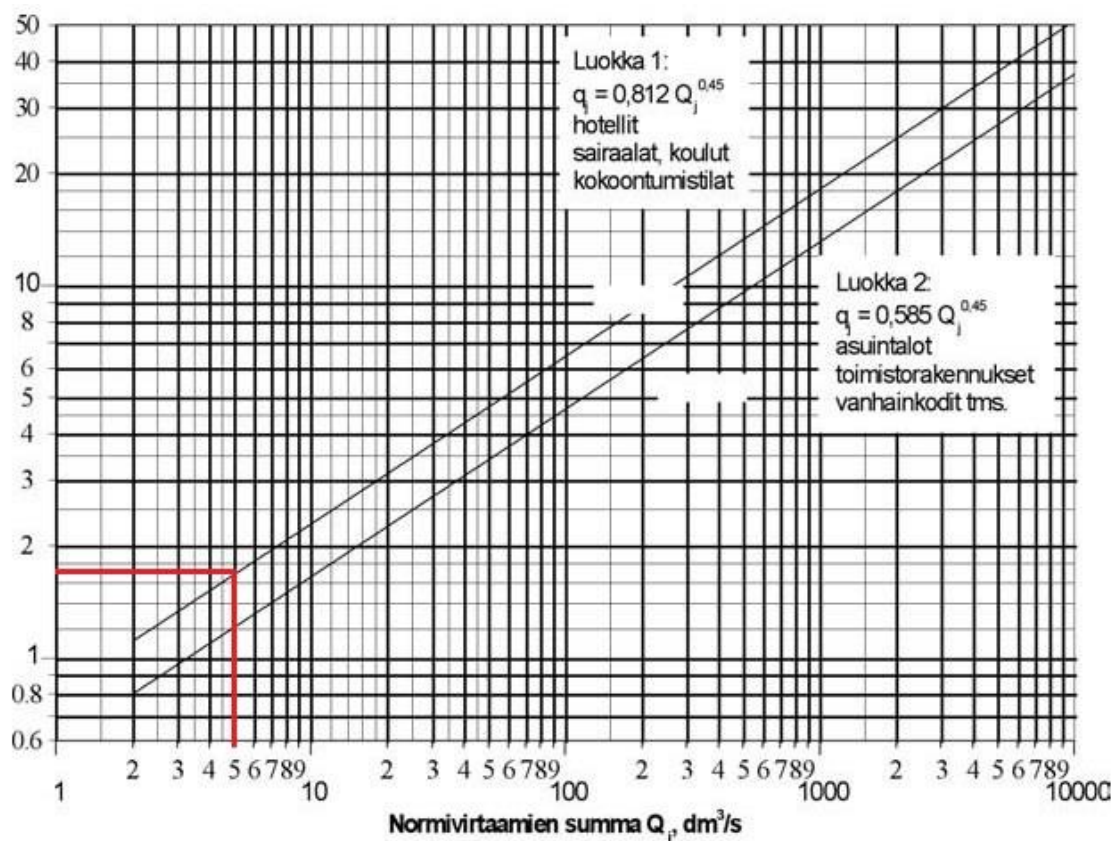
Normivirtaamat lasketaan käyttämällä Suomen rakentamismääräyskokoelmaa (SRMK) osan D1 liitteen 4 taulukkoa 1 (kuva 17). Rakennuksen vesikalusteiden normivirtaamien summa selvitetään kertomalla kalustemäärä kuvan 17 antamilla normivirtaamilla.

Viemäripiste ¹⁾	Normivirtaama dm ³ /s	Huomautus
Pesuallas	0,3	
Pesuistuin	0,3	
Kylpyamme tai suihkuallas	0,9	
Suihku	0,6	
WC-istuin	1,8	
Astianpesuallas	0,6	
Astianpesuallas ammattikäyttö, 2-altainen	0,6	Ravintolassa rasvan- erottimen kautta.
Astianpesuallas ammattikäyttö, 3-altainen	0,9	
Astianpesukone, kotitalous	0,6	1)
Astianpesukone, ravintola	1,2	DN 110 lattiakaivoon
Pesukone, kotitalous	0,6	1)
Pesukone, talopesula tai vastaava	1,2	DN 110 lattiakaivoon
Tasapohja-allas tai kaatoallas	0,6	
Urinaali huuhteluventtiilillä	0,6	
Urinaali huuhteluhanalla	0,3	
Huuhteluallas, sairaala	1,8	
Pesukouru/metri (samanaikaisuuskerroin 1)	0,4	0,3 dm ³ /s pesupaikka
Juoma-allas	-	Virtaamia ei oteta huomioon mitoituksessa.
Sylkyallas	-	
Lattiakaivo DN 50	≤ 0,9 dm ³ /s ²⁾	
Lattiakaivo DN 75 (DN70)	≤ 1,5 dm ³ /s ²⁾	
Lattiakaivo DN 110 (DN100)	≤ 1,8 dm ³ /s ²⁾	

Kuva 17. Mitoituksessa käytettävät viemäripisteiden normivirtaamat. SRMK D1:n [23, s. 47]

Kun normivirtaamien summa on saatu määritetyksi, se muutetaan mitoitusvirtaamaksi. Tämä tehdään sen takia, koska rakennuksessa ei missään tilanteessa käytetä kaikkia vesikalusteita samanaikaisesti.

Mitoitusvirtaama selvitetään D1:n liitteen 4 kuvasta 1 (kuva 18).



Kuva 18. Viemärin mitoitusvirtaaman riippuvuus normivirtaamien summasta [23, s. 48]

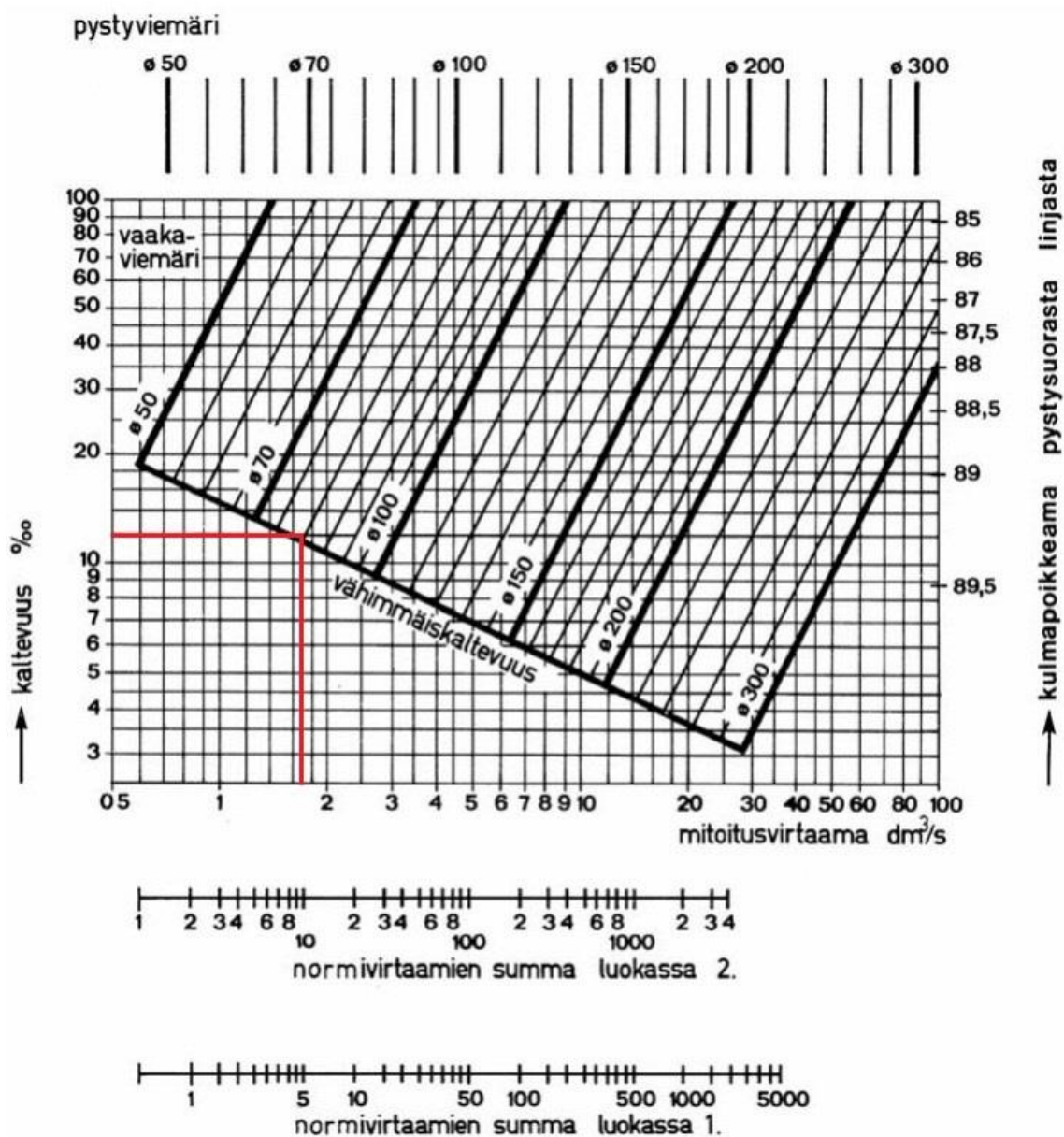
Esimerkiksi, jos olisimme saaneet normivirtaamien summaksi $5 \text{ dm}^3/\text{s}$ ja kohde olisi omakotitalo, mitoitusvirtaamaksi saataisiin noin $1,7 \text{ dm}^3/\text{s}$. Mitoitusvirtaaman olisi voinut laskea myös kuvan 18 luokan 1 antamalla kaavalla (kaava 1).

$$q = 0,812 * Q^{0,45} \quad (1)$$

jossa q on mitoitusvirtaama ja Q on normivirtaamien summa.

Kaavalla 1 mitoitusvirtaamaksi saataisiin $1,675 \text{ dm}^3/\text{s}$. Kaavalla saadaan tarkempi tulos kuin taulukosta katsomalla, mutta taulukosta saatu tulos on riittävä tarkkuudeltaan.

Kun mitoitusvirtaama on saatu, katsotaan D1:n liitteen 4 kuvan 3 diagrammia, josta selvitetään viettoviemäreiden koot ja kaltevuudet (kuva 19).



Kuva 19. Tuuletettu viettoviemäri. Kaltevuudet ja koot muoviputkelle [23, s. 49]

Esimerkiksi mitoitusvirtaamalla $1,7 \text{ dm}^3/\text{s}$ vaakaviemärikooksi saadaan DN100 mm ja minimikaltevuudeksi 12 ‰. On huomioitava, että jo yksikin wc-istuin edellyttää kyseistä viemärikokoa.

Viemärikokojen ja -korkojen saatua, on hyvä käydä läpi viemärin reitti ja varmistaa, että se voidaan toteuttaa. Tällä tarkoitan sitä, että on hyvä varmistaa vielä reitit ja esimerkiksi kaivuun mahdollisuus, jos kuvat ovat vielä urakkalaskentavaiheessa.

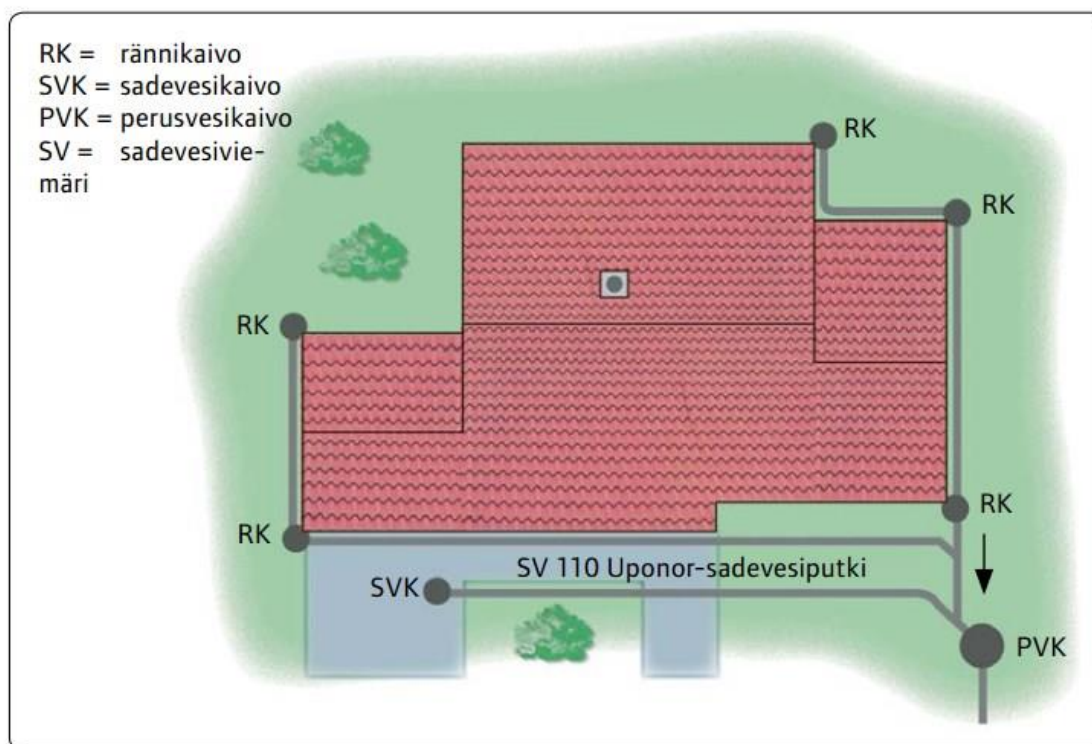
Jätevesiviemärien suunnittelussa on otettava huomioon muutamia asioita:

- Maahan sijoitettavien jätevesiviemäreiden pienin sallittu koko on DN70 mm.
- Viemärit on sijoitettava siten, että ne ovat helposti vaihdettavissa.
- Viemärit tulee varustaa riittävällä puhdistusluukuilla, jotta viemärilinja saadaan kokonaan puhdistettua.

[23, s. 46–51.]

4.1.2 Sadevesiviemärit

Sadevesiviemäreiden suunnittelu aloitetaan selvittämällä, miten ja minne sadevedet viemäroidään. Tämän jälkeen on syytä havainnollistaa sadevesien reitti, rännikaivojen ja sadevesikaivojen sijainti (kuva 20).



Kuva 20. Sadevesiviemäreiden sijoitusesimerkki [2, s. 5]

Rännikaivot sijoitetaan rännien eli syöksytorvien alapuolelle. Sadevesikaivot sijoitetaan keräämään pihan sadevesiä. Rännikaivojen välisten sadevesiviemäreiden liitososien tilalle voidaan myös suunnitella sadevesientarkastuskaivot.

Tämän jälkeen voidaan alkaa laskea kohteen sadevesivirtaamaa.

Sadevesien mitoitusvirtaama (q) lasketaan kaavalla 2.

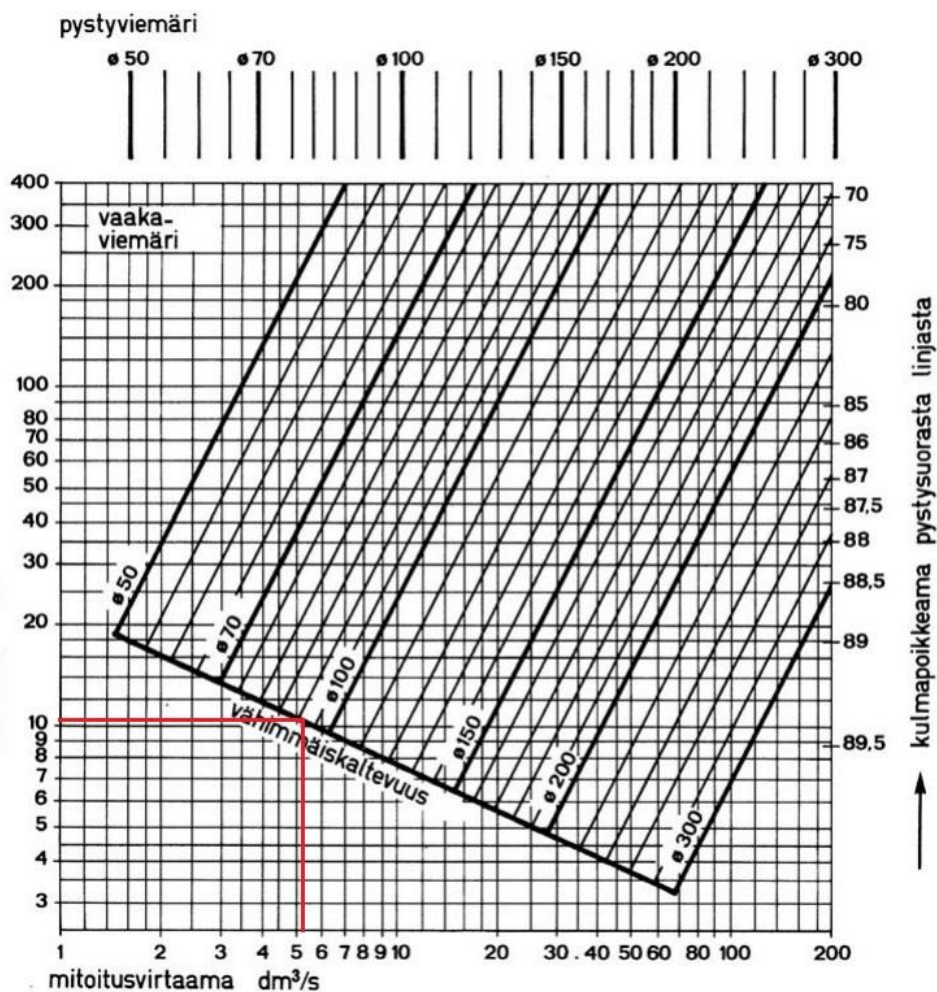
$$q = q_s(k_1 * A_1 + k_2 * A_2 + \dots + k_n * A_n) \text{ dm}^3/\text{s} \quad (2)$$

jossa q_s on mitoitussade ($\text{dm}^3/\text{s}/\text{m}^2$), k_n on valumiskerroin ja A_n on valuma-alueen osan pinta-ala (m^2) vaakasuoralle pinnalle projisoituna.

Mitoitussateena (q_s) käytetään yleisesti arvoa $0,015 \text{ dm}^3/\text{s}/\text{m}^2$. Valumiskertoimena (k_n) käytetään arvoa 1,0 tiiviillä päällysteellä, kuten katolla ja asfaltilla. Arvoa 0,7 käytetään sorapäällysteillä ja arvoa 0,3 nurmikoilla sekä päällystämättömillä pinnoilla.

Esimerkiksi, jos kohteen katon pinta-ala olisi 100 m^2 ja asfaltoidun pihan 250 m^2 , kaavalla 2 laskettuna saataisiin mitoitusvirtaamaksi $1,5 \text{ dm}^3/\text{s} + 3,75 \text{ dm}^3/\text{s} = 5,25 \text{ dm}^3/\text{s}$.

Mitoitusvirtaaman saatuaamme voimme katsoa SRMK D1:n liitteen 7 kuvan 2 sadevesien mitoitusdiagrammia (kuva 21).



Kuva 21. Sadevesien mitoitusdiagrammi [23, s. 61]

Mitoitusvirtaamalla 5,25 dm³/s viemärikooksi saataisiin DN100 mm ja minimikaltevuudeksi noin 10 ‰.

Sadevesiviemärien suunnittelussa on otettava huomioon muutamia asioita:

- Maahan sijoitettavien sadevesiviemäreiden pienin sallittu koko on DN70 mm.
- Sadevesiviemärikaivosta lähtevän viemärin koko minimissään DN100 mm.
- Sadevesiviemäreitä ei saa yhdistää jätevesiviemäreiden kanssa
- Sadevesiviemäreitä ei saa yhdistää salaojien kanssa ennen perusvesikaivoa.

[23, s. 59–62.]

4.1.3 Paineviemärit

Paineviemäreiden suunnittelu aloitetaan selvittämällä, mitä ja minne viemäröidään. Tämän jälkeen on syytä määrittää pumppaamon ja siitä lähtevän paineviemärin sijoitus.

Paineviemärin mitoitus tehdään samalla tavalla kuin käyttövesijohdon mitoitus. Eroavuuksena on paineviemärin mitoituksessa putkikokoon vaikuttava jäteveden laatu.

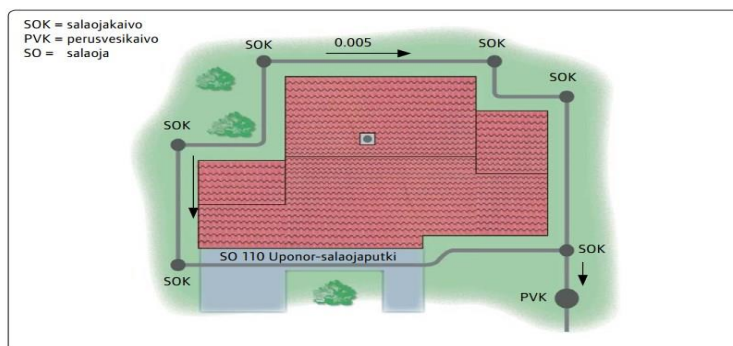
Paineviemärin mitoituksessa on otettava huomioon veden virtausnopeus (v). Paineviemärimissä kulkevan veden minimi nopeus on 0,7 m/s ja maksiminopeus 1,3 m/s. Arvot perustuvat vanhempien suunnittelijoiden käyttämiin arvoihin. Virtausnopeus saadaan käyttämällä kuvan 25 taulukkoa.

Virtausnopeus v voidaan selvittää myös jakamalla pumpun virtaama q_v paineviemärin sisäpoikkipinta-alalla A .

Paineviemäreiden mitoitukseen saadaan yleisesti apua pumppaamon toimittajalta, joka yleensä valitsee pumppaamon ja siitä lähtevän paineviemärin. On siis suositeltavaa olla yhteydessä pumppaamon valmistajaan, jotta saadaan haluttu lopputulos.

4.1.4 Salaojat

Salaojien suunnittelu aloitetaan selvittämällä, miten ja minne salaojat viemäröidään. Tämän jälkeen on syytä havainnollistaa salaojien reitti ja salaojakaivojen sijainti, lisäksi on perehdyttävä rakennuksen rakenteisiin sekä anturoiden korkeusasemiin (kuva 22).



Kuva 22. Salaojien sijoitus esimerkki [2, s. 4]

Salaojat suunnitellaan talon ympärille ja jokaiseen kulmaan suunnitellaan salaojakaivo. Salaojien suunniteltu asennussyvyys on anturan alapinnasta noin viisi senttimeriä salaojan yläpintaan.

Salaojien mitoitus tulisi tehdä maaperätutkimuksen perusteella, mutta usein se ei ole mahdollista. Tällöin on suositeltavaa käyttää DN100 mm:n kokoisia salaojaputkia. Jos DN100 mm:n salaojaputki ei ole riittävä, tällöin suositellaan käyttämään kahta DN100 mm:n salaojaputkea rinnakkain yhden DN160 mm:n sijasta. Kahta salaojaputkea voidaan käyttää vierekkäin, kun rakennuksen maaperässä kulkee paljon vettä. Tämänlaisia kohteita voivat olla rinteiden alaosassa olevat rakennukset.

Salaojien minimikaltevuus on 5 ‰, jos putket ovat perusmuurin ulkopuolella. Jos putket sijaitsevat perusmuurin sisäpuolella, on putkien minimikaltevuus 10 ‰.

Salaojasuunnittelussa on huomioitavia asioita:

- Salaojia ei saa yhdistää jätevesi- tai sadevesiviemäreiden kanssa ennen perusvesikaivoa.
- Salaojan yläpinnan ja lattiarakenteen alapinnan välinen ero on oltava vähintään 0,4 metriä.
- Salaojien on oltava sokkelipalkkien ja anturoiden alapinnan alapuolella.
- Salaojien minimipeitesyvyys on 0,5 metriä.

[24.]

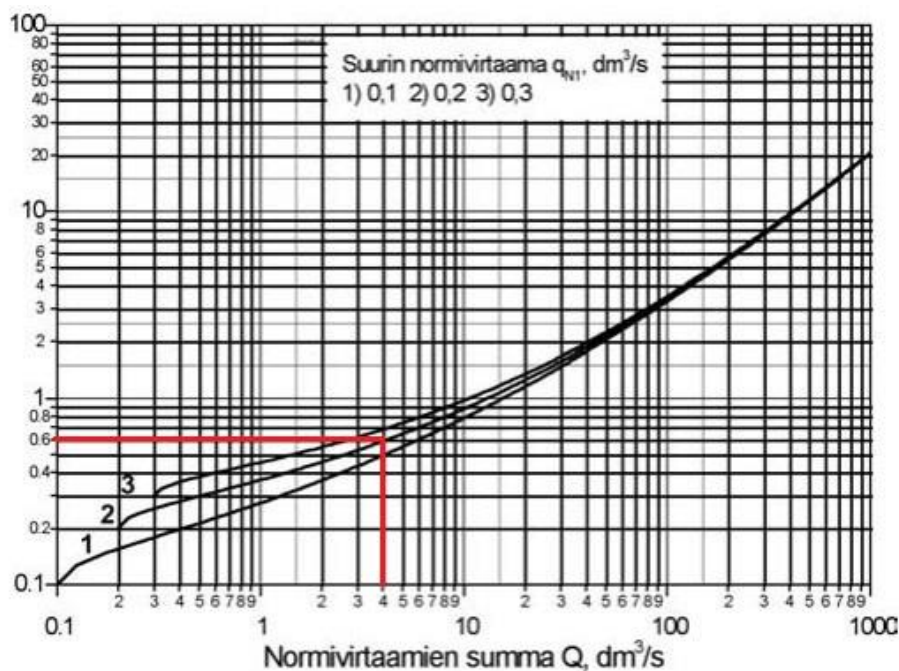
4.1.5 Tonttivesijohto

Tonttivesijohdon suunnittelu aloitetaan selvittämällä, mistä vesi tulee rakennukseen. Tonttivesijohdon sijoitus suunnitelman jälkeen lasketaan kiinteistön vesikalusteiden normivirtaamien summat D1:n liitteen 2 taulukon 1 avulla (kuva 23).

Vesipiste ¹⁾	Normivirtaama q_n , dm ³ /s	
	Kylmä vesi	Lämmin vesi
Astianpesuallas	0,2	0,2
Astianpesukone kotitaloudessa	0,2	(0,2)
Pesuallas	0,1	0,1
Suihku	0,2	0,2
Kylpyamme	0,3	0,3
WC-istuin	0,1	-
Pesukone kotitaloudessa	0,2	-
Pesukone talopesulassa tai vastaavassa	0,4	-
Vesiposti pientalossa, DN 15	0,2	-
Vesiposti kerrostalossa, DN 20	0,4	-
Laskuhana, tasapohja-allas	0,2	0,2
Pesuistuin	0,1	0,1
Urinaalin huuhteluventtiili	0,4	-
Urinaalin huuhteluhana	0,2	-
Ryhmäpesuallas (n kpl)	$0,07 + 0,03 n$	$0,07 + 0,03 n$
Sarjaan kytketyt urinaalit (n kpl)	$0,14 + 0,06 n$	-
Ryhmäsuihku (n kpl)	$0,14 n$	$0,14 n$
Teollisuus ym. laitteet	Lask. erikseen	-

Kuva 23. Vesikalusteiden normivirtaamat SRMK D1:n mukaan [23, s. 35]

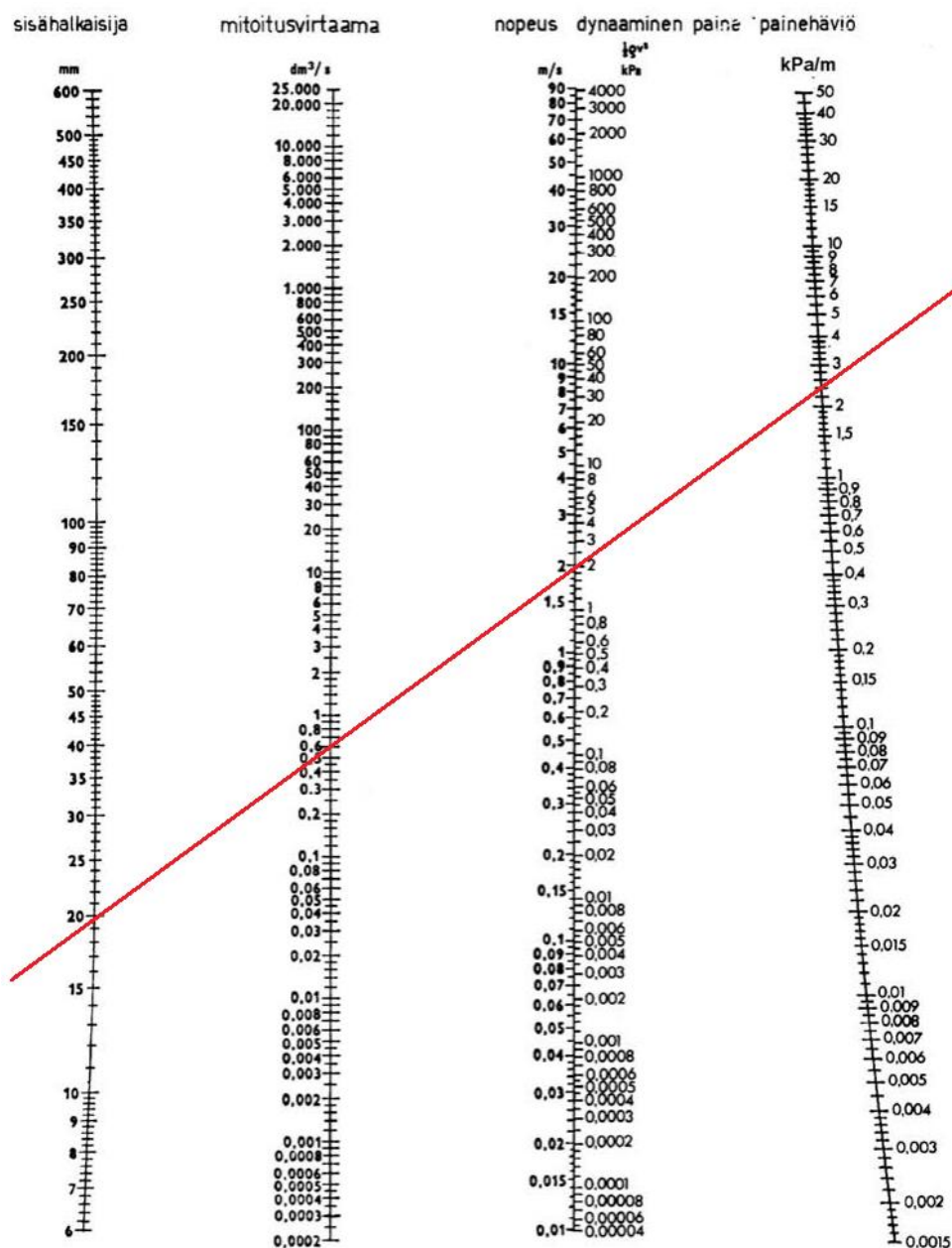
Kun normivirtaamien summa on saatu, se muutetaan mitoitusvirtaamaksi. Näin tehdään, koska rakennuksessa ei oletettavasti käytetä kaikkia vesikalusteita samanaikaisesti. Normivirtaamien summa muutetaan mitoitusvirtaamaksi käyttäen esimerkiksi D1:n liitteen 2 kuvaa 2 (kuva 24).



Kuva 24. Normivirtaamien summa muutetaan mitoitusvirtaamaksi [23, s. 36]

Esimerkiksi jos rakennuksen vesikalusteiden normivirtaamien summa olisi 4 dm³/s ja suurin normivirtaama olisi suihkun normivirtaama eli 0,2 dm³/s, olisi mitoitusvirtaama tuolloin 0,60 dm³/s.

Tämän jälkeen katsotaan D1:n kuvaa: ”painehäviö muoviputkessa” (kuva 25), josta selvittämme tonttivesijohdolle koon. Päätetään, että esimerkiksi nopeudeksi tavoitellaan 2 m/s. Nopeus riippuu yleisesti aluevesijohtojen painetasosta ja korkeusasemasta. Paine-taso selviää kunnan vesilaitoksen raporteista.



Kuva 25. Painehäviö muoviputkessa [23, s. 42]

Kuvan 25 perusteella putkikoko olisi sisähalkaisijaltaan 20 mm. On kuitenkin suositeltavaa ottaa aina yksi koko liikaa, sillä taloon voi tulla muutoksia. Tämän takia pienellä ennakolla voidaan säästää paljon rahaa ja vaivaa. [23, s. 34–35.]

4.2 Kaivot

4.2.1 Perusvesikaivot

Perusvesikaivon suunnittelun pääosassa on sijoitus. Sijoitus on tärkeä, sillä perusvesikaivo on yleensä rakennuksen viimeinen osa omaa viemärijärjestelmää. Perusvesikaivo sijoitetaan sadevesiviemärilinjojen ja salaojien päähän. Sijoitusesimerkki (kuva 22).

Perusvesikaivon sijoituksessa oleellista on myös se, että sadevesiviemärit ja salaojat pystytään viemään riittävillä kaadoilla siihen. Myös on huomioitava perusvesikaivon purkuputken lähtökorkeus, jotta perusvesikaivolta pystytään vedet viemään kunnalliseen verkostoon.

Perusvesikaivossa yleisesti käytetään padotusventtiilejä, joita käytetään estämään sadevesien tulviminen salaojiin. Tämä johtuu siitä, että luonnollisesti salaojat ovat sadevesiviemäreitä syvemmällä.

Perusvesikaivosta lähtevän purkuputken lähtökorko on syytä lukita jo alkuvaiheessa. Tämä tehdään sen takia, että saadaan tieto salaojien ja sadevesiviemäreiden maksimisyyvyydestä. Maksimisyyvydellä tarkoitan viemäreiden syvyyttä, jolla viemäri vähintään saadaan vietyä oikealla kaadolla perusvesikaivolle.

Perusvesikaivojen kokoja on DN315 mm:stä alkaen. Rakennuksen tontille saatetaan tilaajan toimesta haluta DN1000 mm:n suuruinen perusvesikaivo, jolloin ihminen mahtuu kaivon sisään ja näin ollen huoltaminen onnistuu jouhevammin.

4.2.2 Jätevesikaivot

Jätevesikaivojen suunnittelu perustuu lähinnä sijoitteluun. Jätevesikaivot sijoitetaan rakennuksen ulkopuolelle jätevesiviemäreiden liittymä ja suunnanmuutos kohtiin. Jätevesikaivot varustetaan virtausta ohjaavilla pohjakouruilla.

Jätevesiviemärin tarkastuskaivojen tai puhdistusaukkojen välinen maksimietäisyys tonttievieräissä on 40 m. Perusmuurin sisäpuolisen ja ulkopuolisen puhdistusaukon maksimietäisyys on 20 m. Tonttivesiviemärin ja katuviemärin yhdistys kohdasta puhdistusaukko saa olla enintään 20 m:n päässä yhdistyskohdassa.

Kaivokokoja on DN315 mm:stä alkaen. Jos kaivoon tulee huollettavia laitteita, on kaivon koon oltava vähintään DN560 mm. [25, s. 2.]

4.2.3 Sadevesikaivot

Sadevesikaivot sijoitetaan päällystettyyn tasaiseen maahan, josta se kerää sadevesiä. Sadevesikaivon sijoitus esimerkki on kuvassa 22.

Sadevesitarkastuskaivojen suunnittelu perustuu lähinnä sijoitteluun. Sadevesitarkastuskaivot sijoitetaan rakennuksen ulkopuolelle sadevesitarkastuskaivojen liittymä ja suunnanmuutos kohtiin.

Sadevesiviemärin tarkastuskaivojen tai puhdistusaukkojen välinen maksimietäisyys sadeviemärisä on 40 m. Sadevesiviemärin ja katuviemärin yhdistys kohdasta puhdistusaukko saa olla enintään 20 m päässä yhdistyskohdassa.

Kaivokokoja on DN315 mm:stä alkaen. Jos kaivoon tulee huollettavia laitteita, on kaivon koon oltava vähintään DN560 mm. [25, s. 3.]

4.2.4 Salaojakaivot

Salaojakaivojen suunnittelu perustuu lähinnä sijoitteluun. Salaojakaivot sijoitetaan rakennuksen ulkopuolelle jätevesiviemäreiden liittymä ja suunnanmuutos kohtiin.

Salaojien tarkastuskaivojen tai puhdistusaukkojen välinen maksimietäisyys sadeviemärisä on 40 m. Kaivokokoja on DN315 mm:stä alkaen. Jos kaivoon tulee huollettavia laitteita, on kaivon koon oltava vähintään DN560 mm. [25, s. 4.]

4.3 Pumppaamot

Pumppaamon suunnittelu aloitetaan etsimällä pumppaamolle sijainti. Sijainnissa on otettava huomioon pumppaamon huollettavuus.

Pumppaamon mitoitus aloitetaan laskemalla pumppaamoon menevän vesien määrä. Tämä tehdään samalla tavalla kuin luvusta 4.1.1. Voimme käyttää esimerkiksi mitoitusvirtaamaa $1,7 \text{ dm}^3/\text{s}$. Kun mitoitusvirtaama on saatu, voidaan laskea pumppaamon varatilavuus, johon sisältyy mahdollisen väestösuojan vaatima varatilavuus ja kone- tai sähköhäiriöstä johtuva varatilavuus.

Väestönsuojan edellyttämä varatilavuus vastaa vähintään vesimäärää, joka kahden tunnin aikana tulee säiliöön normaalikuormituksessa. Varatilavuus voidaan määrittää kaavalla 3.

$$V = t * q \quad (3)$$

jossa t (2h) on aika [s] ja q on virtaama [dm^3/s]

$$q = 0,025q_m + q_v$$

q_m on pumppaamoon tulevien vesien normivirtaamien summasta saatu mitoitusvirtaama. Yksikkönä dm^3/s .

q_v on mahdolliset vakiovirtaamat. Yksikkönä dm^3/s .

Kun varatilavuus on selvitetty, voidaan valita pumppaamojen valmistajilta sopivan kokoinen pumppaamo. Pumppaamoihin valitaan erikseen pumppu, jonka valitsemiseksi täytyy selvittää tarvittava nostokorkeus sekä mitoitusvirtaama.

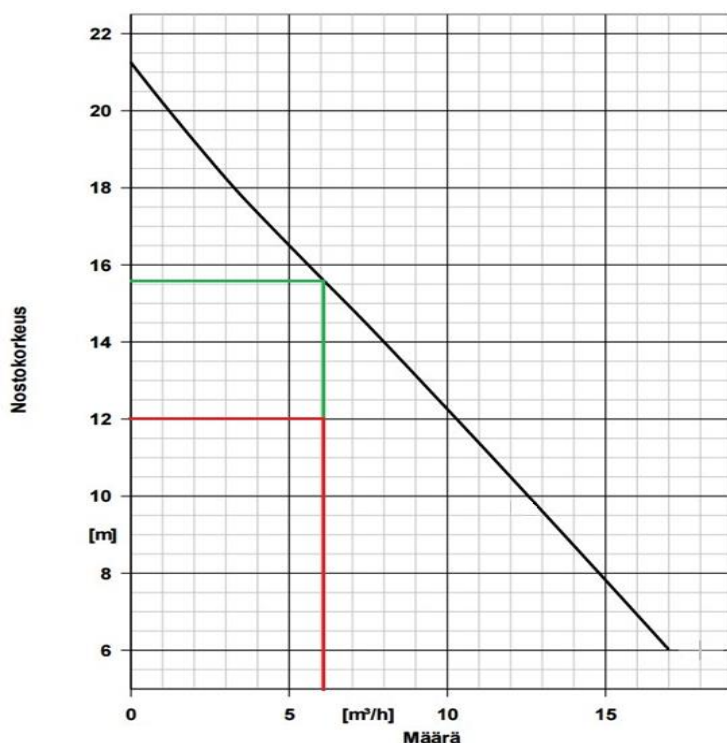
Tarvittava nostokorkeus määritetään laskemalla pumppaamon paineviemärin painehäviö ja sisäisten laitteiden kuten venttiilien painehäviöt. Pumppaamon sisäisten laitteiden painehäviö määräytyy pumppaamon varustuksen sekä pumppaamon koon mukaan.

Pumppaamon sulku- ja takaiskuventtiilin painehäviöt saat laskettua valmistajien ohjeista tai esitteistä. Huomioon on otettava myös pumppaamon korkeus ja siitä syntyvä painehäviö. Lisäksi on laskettava pumppaamosta haluttuun purkupaikkaan olevan matkan korkeusero. Jokainen metri on 10 kPa lisää. [23, s. 52; 26.]

Esimerkkilasku

Pumpun mitoitusvirtaamaksi on saatu $1,7 \text{ dm}^3/\text{s}$. Pumppaamon sisäisten laitteiden, pumpattavan matkan korkeuserosta sekä paineviemärin virtauspainehäviöstä saatu painehäviö on 120 kPa. Tässä vaiheessa on syytä muuttaa painehäviöt metreiksi, jolloin $120 \text{ kPa} = 12 \text{ m}$. Myös monien pumppu valmistajien diagrammeissa käytetään aina dm^3/s sijasta m^3/h , tällöin $1,7 \text{ dm}^3/\text{s} = 6,12 \text{ m}^3/\text{h}$.

Tämän jälkeen katsotaan pumpun valmistajan tekemästä diagrammista nostokorkeuden riittävyys. Diagrammista punaisella on merkitty tarvitsemamme nostokorkeus, josta huomaa, että pumppu riittäisi näillä arvoilla. Vihreällä on merkattu pumpun maksiminostokorkeus virtaamalla $6,12 \text{ m}^3/\text{h}$.



Kuva 26. Pumpun tarvittavan nostokorkeuden tarkistaminen [27]

4.4 Erottimet

SRMK D1:n liitteen 6 taulukossa 1 esitetään paikkoja, joissa olisi syytä harkita erottimien käyttöä (kuva 27).

Kohde	Erotin			Huomautus
	Hiekka/ liete	Öljy	Rasva	
A Auto- ja moottorikorjaamo	X	X		Erotimein ei saa johtaa muita jätevesiä.
Auton pesupaikka	X	X		
Autosuoja lattikaivolla ($A > 40 \text{ m}^2$)	X	X		
Mittarikenttä, öljysäiliökenttä tms	X	X		
B Konehuone, raskasöljylaitoksen kattilahuone		X		Kuten kohdassa A.
Maalaamo		X		
Ruiskumaalaushuone		X		Tarvittaessa
C Valmistuskeittiö (yli 50 annosta/d), grilli,			X	Erotimein ei saa johtaa muita jätevesiä.
Jakelukeittiö (yli 100 annosta/d)			X	
D Teurastamo, lihajalostamo tms.			X	
E Muut laitokset, esim. teollisuus, pesula, sairaala, laboratorio, palavien nesteiden varasto, pysäköintialue			X	Erotin paikallisten viranomaisten vaatimusten mukaisesti.

Kuva 27. Erottimien valintaperusteet [23, s. 54]

4.4.1 Hiekan- ja öljynerottimet

Öljynerottimen mitoitus ja suunnittelu aloitetaan laskemalla nimellisvirtaama. Öljynerottimen nimellisvirtaama (NS) lasketaan kaavalla 4.

$$NS = Q_s f_d f_x \quad (4)$$

jossa Q_s on jäteveden mitoitusvirtaama, dm^3/s . f_d on öljyn tiheyskerroin, joka nähdään kuvasta 28. Öljytuotteille yleensä 1,5. f_x on haittakerroin, joka on jätevesille 2 ja sadevesille 1. Tiheyskerroimet saadaan D1:n liitteen 6 taulukosta 2.

Erottimen luokka	Tiheyskerroin $f_d^{1)}$ öljyn eri tiheyksillä ρ (g/cm ³)		
	$\rho \leq 0,85$	$0,85 < \rho \leq 0,90$	$0,90 < \rho \leq 0,95$
II	1	2	3
I	1	1,5	2
II ja I ²⁾	1	1	1

Kuva 28. Tiheyskerroimet [23, s. 55]

Öljynerottimien luokat luokitellaan erottimien nimellisvirtaamalla suoritettussa kokeilussa ulostulevan veden hiilivetypitoisuuden mukaan. I luokassa sallittu hiilivetypitoisuus on enintään 5 mg/dm³ ja II luokassa enintään 100 mg/dm³. IIb-luokassa erotin varustetaan bypass-ohituksella. II EBS luokassa erotin varustetaan emulsioidenhajotusjärjestelmällä.

Öljynerottimien luokittelu löytyy D1:n liitteessä 6 taulukosta 3 (kuva 29).

Jätevesi	Öljynerottimen luokka	
	Jätevesi puhdistamoon	Jätevesi muualle ¹⁾
1. Sadevesi huoltoasemalla	II	I
2. Sadevesi öljyn varasto ja liikennöintialueet tms.	II / IIb	I
3.4. Sadevesi pysäköintialue, (erityisalueet)	II / IIb	I
5. Lattioiden pesuvesi: teollisuus, korjaamot, huoltamot	II	-
6. Autonpesukoneet	II	-
7. Moottoripesut, osienpesu	I	-
8. Uusien autojen vahan poisto	II EBS	-
9. Romuttamot	II	-
10. Käsittelyalueet	II	-
11. Erottimien jätteen käsittelyalueet	I	-

Kuva 29. Öljynerottimien luokat [23, s. 55]

I on luokan 1 erotin. II on luokan 2 erotin. IIb on luokan 2 erotin varustettuna bypass-ohituksella. II EBS on luokan II erotin varustettuna emulsioidenhajotusjärjestelmällä.

Öljynerottimien lietetilan tilavuus riippuu nimellisvirtaamasta. Lietetilan minimi-tilavuudet on esitetty D1:n liitteen 6 taulukossa 4 (kuva 30).

[23, s. 54–56.]

Oletettu hiekka- ja lietemäärä	Esimerkkikohteita	Vähimmäistilavuus ¹⁾ dm ³
Erittäin pieni	– autosuojat	20 dm ³ /autopaikka ²⁾ , vähintään 40 dm ³
Pieni	– öljysäiliöalueet, (sadevedet, vähän kiintoainetta) – huoltoaseman piha-alue (katettu) – prosessijätevedet, vähän kiintoainetta	100 NS / f _d
Kohtalainen	– huoltoaseman piha-alue (kattamaton), – autonpesupaikka – linja-autonpesupaikka – korjaamon ja pysäköintialueiden jätevedet – voimalaitos, koneteollisuus	200 NS / f _d vähintään 600 dm ³
Suuri	– työkoneiden ja maansiirtokoneiden pesupaikat – rekkapesupaikka – automaattipesukone, harjapesu tms.	300 NS / f _d vähintään 600 dm ³ , 5000 dm ³ automaattipesukoneissa

Kuva 30. Erottimen lietetilan minimitulavuudet [23, s. 56]

Hiekanerottimen mitoitusperiaatteena on lietetilan suuruus. Vähimmäislietetilan suuruus riippuu kohteesta (kuva 30).

4.4.2 Rasvanerottimet

Rasvanerottimen suunnittelussa on otettava huomioon erityisesti sijainti, jotta rasvanerotin päästään huoltamaan ja puhdistamaan säännöllisesti. Samanaikaisesti on suunniteltava rasvanerottimin tuuletusviemärin ja imuputken sijainti.

Tuuletusputkella nimensä mukaan tuuletetaan rasvanerotinta ja se yleisesti viedään rakennuksen katolle hajuhaittojen vuoksi. Imuputki voidaan asentaa rakennuksen seinämälle tai sille tehtyyn koteloon riippuen rasvanerottimen sijainnista.

Rasvanerottimen mitoitus aloitetaan laskemalla rasvanerottimen läpi kulkeva nimellisvirtaama. Nimellisvirtaama lasketaan jäteveden määrän ja laadun perusteella.

Nimellisvirtaamassa otetaan huomioon jäteveden maksimilämpötila, jäteveden mitoitusvirtaama, pesu- ja huuhteluaineet sekä erottuvan rasvan tiheys.

Rasvanerottimen nimellisvirtaama (NS) lasketaan kaavalla 5.

$$NS = Q_s f_t f_d f_f \quad (5)$$

jossa Q_s on jäteveden mitoitusvirtaama, dm^3/s . f_t on jäteveden lämpökerroin. Lämpökerroin on 1, jos jäteveden lämpötila on vähemmän tai yhtä suuri kuin 60°C . Lämpökerroin on 1,3, jos lämpötila on suurempi kuin 60°C . f_d on rasvan tiheyskerroin, joka on yleisesti 1. f_f on haittakerroin. Haittakerroin on 1,3, jos rakennuksessa käytetään pesu- tai huuhteluaineita. Muuten käytetään arvoa 1. Haittakerroin on 1,5, jos rakennus kuuluu korkeaan hygieniatasoon, kuten sairaala.

Jäteveden mitoitusvirtaama (Q_s) voidaan määrittää mittaamalla (saneerauskohteet), laitekohtaisesti, jolloin mitoitusvirtaamana käytetään laitteiden ja vesipisteiden virtaamaa tai laitospöytäkohtaisesti, jolloin mitoitusvirtaama lasketaan kaavalla 6.

$$Q_s = V F / (3600 t) \quad (6)$$

jossa Q_s on jäteveden mitoitusvirtaama, dm^3/s . V on keskimääräinen päivittäinen jätevesimäärä, dm^3 . F on huippuvirtaamakerroin (kuvat 31 ja 32). t on päivittäinen käyttöaika, h.

Keskimääräinen päivittäinen jätevesimäärä voidaan määrittää vedenkulutustietojen mukaan. Jos vedenkulutustietoja ei ole saatavilla, käytetään kuvien 31 ja 32 taulukoita. [23, s. 56–58.]

Keittiö	Jätevesimäärä/ ateria, V_m dm^3/kpl	Huippuvirtaama kerroin F
Hotelli	100	5,0
Ravintola	50	8,5
Sairaala	20	13,0
Valmistuskeittiö	10	22,0
Tehtaan tai toimiston ruokala	5	20,0

Kuva 31. Huippuvirtaamakerroin (f) ja jätevesimäärä (vm) aterialle kohden eri keittiöissä [23, s. 57]

Teurastamon tai lihanjalostamon koko	Jätevesimäärä/ lihatuotekilo V_p dm ³ /kg	Huippu-virtaama kerroin F	Lihatuotteiden määrä/vrk, M_p kg/vrk
Pieni, korkeintaan 5 ey/vko ¹⁾	20	30,0	Mikäli ei tiedetä, voidaan olettaa $M_p = 100$ kg/vrk/ey
Keskisuuri, 6-10 ey/vko	15	35,0	
Suuri, 11- 40 ey/vko	10	40,0	

Kuva 32. Jätevesimäärä lihatuotekiloa kohden v_p , lihatuotteiden määrä päivässä (m_p) ja huippu-virtaamakerroin (f) erikokoisissa lihanjalostamoissa ja teurastamoissa [23, s. 57]

Rasvanerotin koko määritetään nimellisvirtaaman perusteella (kuva 33). Kuvasta selviää rasvanerotin vähimmäiskoot nimellisvirtaan nähden.

Nimellis- virtaama NS	Lietetilan vähimmäis- tilavuus m ³	Erotustilan vähimmäiskoko ²⁾		Rasvatilan vähimmäis- tilavuus	Huomautus
		Pinta-ala m ²	Tilavuus m ³		
NS	0,1 NS ³⁾	0,25 NS	0,24 NS	0,04 NS	
2	0,2	0,50	0,48	0,08	Esimerkki: NS 2

Kuva 33. Rasvanerotin vähimmäismitat [23, s. 58]

4.5 Panospuhdistamot

Panospuhdistamon suunnittelu aloitetaan sijainnin valinnalla. Panospuhdistamon sijainnissa tulee ottaa huomioon seuraavat asiat:

- purkupaikan valinta ja purkutapa
- purkupaikan etäisyys vesistöön ja vedenotto-kaivoon
- paikkakunta-kohtaiset määräykset ja ympäristöviranomaisen ohjeet
- pohjaveden pinta ja virtaussuunta
- suojaetäisyydet tiehen ja naapurinrajaan
- korkeussuhteet ja pinnan muodot

- säiliöiden saostusosat on päästävä tyhjentämään loka-autolla
- panospuhdistamo sijoitetaan niin, ettei sen ylitse kulje ajoneuvoliikenne.

Panospuhdistamon koko määräytyy jäteveden virtaaman mukaisesti. Jäteveden virtaama lasketaan samalla tavalla kuin jätevesiviemäreiden virtaamat. Huomioithan laskeessasi, että sadevesiä ja salaojien vesiä ei saa viedä panospuhdistamolle. Jäteveden virtaamaan laskettuasi voit katsoa panospuhdistamojen valmistajien esitteistä sopivan kokoisen puhdistamon.

Panospuhdistamon tuloputki ja purkuputki on suunniteltava mahdollisimman suoraksi, ilman turhia mutkia. Purkuputkessa on myös huomioitava veden takaisin virtaamisen estäminen. Panospuhdistamon tuuletusputki viedään yleisesti talon katolle mahdollisimman kauas raitisilmasäleiköstä.

Suunniteltaessa on myös huomioitava ilmasto ja routivuus asennussyvyyttä määrittäessä. Tarvittaessa panospuhdistamo ja sen putkisto lämpöeristetään.

Uudisrakentamisessa ja saneerauskohteissa on haettava rakennusviranomaisilta panospuhdistamoa käyttämisestä rakennuslupa. Lupahakemukseen tulee liittää panospuhdistamon käytön suunnitelma. Suunnitelman tulee täyttää haja-asutusalueen jäteveden käsittelyä koskevat vaatimukset.

Suunnitelma sisältää,

- asemapiirroksen, josta ilmenee jäteveden purkupaikka ja puhdistamon sijainti
- poikkileikkauskuvan, josta selviää puhdistamon, viemäriin ja purkupaikan korkeusasemat
- työselityksen, josta selviävät puhdistamon asennusohjeet, toimintaperiaate ja huoltotoimet.

Suunnitelman perusteella viranomainen pystyy arvioimaan järjestelmän ja siihen liittyvien laitteiden sopimisen rakennuspaikalle. [18, s. 4.]

4.6 Hulevesien viivytys ja imeytys

Hulevesien viivytys ja imeytys suunnittelu aloitetaan kartoittamalla suunnittelualueen ja sen vaikutusalueen nykytilanne. Nykytilannekartoituksessa on otettava huomioon valuma-alue, maankäyttö, vesistötarkastelu, nykyinen hulevesijärjestelmä, maaperä ja pinnanmuodot, pohjavedet, luonto, rakennettu kulttuuriympäristö ja maisema.

Valuma-alueella on otettava huomioon suunnittelualueen sijainti, päävalumareitit sekä jako osavaluma-alueisiin. Maankäytössä on otettava huomioon nykyinen maankäyttö, yleiskaava ja asemakaavat. Vesistötarkastelulla tarkastellaan alueen pintavedet, kuten purot ja ojat yms. Nykyisellä hulevesijärjestelmällä tarkoitetaan nykyisien ratkaisujen tarkasteluja. Pohjavesitarkastelulla tarkoitetaan pohjavesien tarkastelua, kuten pohjaveden suojelun tarvetta. Luonto-kohdalla tarkoitetaan luonnonsuojelun sekä kasvillisuuden tarkastelua. Rakennetulla kulttuuriympäristöllä ja maisemalla tarkoitetaan alueen rakennuskantaa, tiestöä, maisemallisia arvoja, maaston vauriokohtia ja historiallisia arvoja yms.

Hulevesijärjestelmien mitoitus aloitetaan arvioimalla todennäköisen mukaisen hulevesien määrän. Määrä voidaan arvioida laskemalla piha-alueen ja katolta tulevien vesien määrää. Saadun tuloksen perusteella voidaan alkaa suunnitella hulevesien käsittelyyn ja varastointiin käytettävien hulevesijärjestelmän osien suuruutta.

Suunnittelussa ja mitoituksessa on muistettava, että millään järjestelmillä ei voida estää rankimpia sateita sekä tulvia. Mitoitus on riskilähtöinen menettelytapa, jossa punnitaan mahdollisten hallintamenetelmien ja vahinkojen aiheuttamien kustannuksien suhdetta.

Osana hulevesien suunnittelua täytyy valuma-alueelle laatia tulvareittikartoitus. Tulvareittikartoituksessa selvitetään hulevesien reitit tilanteessa, jossa hulevesijärjestelmien kapasiteetti on ylittynyt. Tulvareittikartoitus tulisi ulottaa muodostumisalueelta purkuvesistöön. Lopuksi laaditaan tulvareittikartta, mistä selviää veden kulkureitit maanpinnalla.

Kunnan tehtäviin kuuluu hulevesijärjestelmien hoitaminen asemakaava-alueilla. Muissa tilanteissa kiinteistön omistajalla on vastuu hulevesien hallinnasta. Kiinteistön omistajan on toteutettava hulevesijärjestelmä siten, että se on yhteensopiva kunnan järjestelmän kanssa. [28.]

5 Toteutus

Maanalaisten vesi- ja viemärijärjestelmien toteutus aloitetaan laatimalla kaivamissuunnitelma tai louhintasuunnitelma. Suunnitelman tekee yleisesti LVI-suunnittelija. Suunnitelma perustuu suunniteltuihin vesi- ja viemäriputkistojen sekä laitteiden sijoituksiin. Louhinta- tai kaivamissuunnitelmia ei pidä tehdä ennen LVI-suunnittelijan tekemiä suunnitelmia. Tällä vältetään virheistä sekä kustannuksissa.

Louhinnan tai kaivamisen jälkeen kuoppien pohja tasoitetaan esimerkiksi soralla, jotta maa saadaan haluttuun korkoon. Kun kuopat on saatu tasoitettua, alkaa LVI-laitteiden asennus.

5.1 Maanalaiset vesi- ja viemäriputket

Maanalaiset vesi- ja viemäriputkien asennus on syytä aloittaa heti, kun talon anturat tai talon perustukset ovat valmiita.

Asennukset aloitetaan salaojista ja sadevesistä, jotka asennetaan kaivannon pohjalle rinnakkain tasoitettun maan päälle. Asennuksen aikana kaivanto on pidettävä kuivana. Salaojat ja sadevesiviemärit asennetaan kaivoväli kerrallaan kaivantoon aina perusvesikaivolle asti. Samanaikaisesti jokaiseen kaivovälin päähän asennetaan salaoja- ja sadevesientarkastuskaivo. Sadevesitarkastuskaivojen sijaan saatetaan käyttää myös rännikaivoja, jolloin maanlaiseen sadevesiviemäriin liitytään rännikaivon juoksuputkella.

Jätevesiviemärit asennetaan samalla periaatteella kuin salaojat ja sadevesiviemäri. Jätevesiviemärit asennetaan sille määrätyle korolle, joka on korkeammalla kuin salaojat ja sadevesiviemärit.

Viimeisenä voidaan asentaa paineelliset putket kuten tonttivesijohto ja mahdollinen paineviemäri, joiden korot eivät ole yleisesti kriittisiä. On huomioitava kuitenkin routasyvyys, jonka takia suositellaan putkien asentamista vähintään 1,2 m:n syvyyteen.

Kaivanto viimeistellään täyttämällä se täyttömaalla sekä lisäämällä routaeristeet kaivantoon. [2, s. 2–7.]

5.2 Pumppaamot

Pumppaamon toteutus alkaa sen tilauksesta. Samanaikaisesti aloitetaan pumppaamon sijoituspaikan kaivannot. Kaivannon suuruus määräytyy pumppaamon koon mukaisesti. Koot selviävät valmistajien esitteistä. Pumppaamoa hankkiessa on huomioitava sen ankurointi. Ankkuroinnilla tarkoitetaan pumppaamon kiinnitystä peruskallioon tai siihen hankittavaan betonilaattaan. Betonilaatan koot selviävät valmistajien esitteistä.

Pumppaamon saavuttua aloitetaan sen asentaminen kaivantoon. Ensimmäisenä kaivannon pohja tasoitetaan esimerkiksi soralla, minkä jälkeen mahdollinen betonilaatta asennetaan tasoitteen päälle. Tämän jälkeen pumppaamo nostetaan betonilaatan päälle ja kiinnitetään pumppaamon mukana tulevilla ankkurointikettingeillä. Kun pumppaamo on tukevasti ankkuroitu, pumppaamoon asennetaan putkistot ja sähkölaitteet.

Kun pumppaamo on käytännössä toimintavalmis, aloitetaan kaivannon täyttäminen. Täyttäminen aloitetaan yleisesti käsin, kunnes putket ovat maan peitossa. Tämän jälkeen voidaan käyttää konetta kaivannon täyttämiseen.

Kun pumppaamon kaivanto on saatu täytettä ja eristelevyt on asennettu, aloitetaan pumppujen asentaminen. Pumput asennetaan pumppaamoon laskemalla ne nostoköysillä johdekiskoja pitkin pumppujalustaan. Pumppaamon suuruudesta riippuen pumput voidaan asentaa myös menemällä pumppaamon sisälle. Lopuksi nostoköydet ja sähkökaapelit kiinnitetään pumppaamon teleskooppiosaan, niin että ne eivät voi joutua pumppun imuaukkoon.

Pumppaamon asentamisen jälkeen pumppaamo puhdistetaan hiekasta ja rakennusjätteistä. Lopuksi pumppaamolle pidetään toimintakoe, josta selviää pumppaamon toiminta. [30.]

5.3 Erottimet

Erottimien asennus ei eroa paljonkaan pumppaamon asennuksesta. Asentamisessa käydään samat asiat läpi. Erottimien eroavaisuus pumppaamoihin on siinä, että erotin ei välttämättä vaadi ankkurointia.

5.4 Panospuhdistamot

Panospuhdistamon asennus ei eroa paljonkaan pumppaamon asennuksesta. Asentamisessa käydään samat asiat läpi. Panospuhdistamon eroavaisuus pumppaamoihin on siinä, että panospuhdistamolle on syytä asentaa näytteenottokaivo. Näytteenottokaiosta voidaan selvittää puhdistetun veden laatu. Panospuhdistamon asennuksien loputtua se täytetään vedellä, jotta puhdistusprosessi saadaan pikaisesti käyntiin. [31.]

5.5 Hulevesien viivytys ja imeytys

Hulevesien viivytys ja imeytys laitteiston asentaminen aloitetaan kaivannon kaivamisella. Kaivannon pohja tasoitetaan soralla. Soran päälle asennetaan hulevesien viivytys- ja imeytyskasetit. Kasettien asentamisen jälkeen sadevesiviemärin runkoputki yhdistetään siihen. Samanaikaisesti voidaan asentaa varmuuden vuoksi kasetin toiselle puolelle purkuputki kasetin tulvimisen varalta.

Tämän jälkeen asennetaan kasetin päälle tarkastusputki, jonka avulla kasetit voidaan huoltaa. Lopuksi maa täytetään täyttömaalla (kuva 34). [32.]



Kuva 34. Hulevesien viivytys ja imeytys [32, s. 2]

6 Yhteenveto

Tämän insinööriyön tarkoituksena oli luoda maanalaisten vesi- ja viemärijärjestelmien suunnitteluohjeet helpottamaan LVI-suunnittelijan suunnittelua. Insinööriyössä esitettäviä ohjeita voidaan käyttää uusien ja vanhojen rakennuksien maanalaisten vesi- ja viemärijärjestelmien suunnittelussa.

Insinööriyö käsittelee rakennuksen vesi- ja viemärijärjestelmiin kuuluvien viemäreiden, salaojen, kaivojen, pumppaamojen, erottimien, puhdistamojen sekä hulevesien viivytyksen suunnitteluohjeet. Suunnitteluohjeessa käydään läpi laitteiden mitoitus sekä laitteiden asennusperiaatteita käyttäen apuna Suomen rakentamismääräyskokoelmaa, laitteiden valmistajien ohjeita, vanhempien suunnittelijoiden ohjeita sekä omaa työkokemusta.

Työssä käytiin myös läpi maanalaisten vesi- ja viemärijärjestelmien tärkeimpiä laitteita yleisesti ja kerrottiin, millä tavalla laitteet kuuluvat järjestelmiin.

Suunnitteluohjeen lisäksi tässä insinööriyössä kerrottiin maanalaisten vesi- ja viemärijärjestelmien toteutuksesta yleisellä tasolla.

Maanalaiset vesi- ja viemärijärjestelmät ovat aiheina laajoja, jonka takia kaiken tiedon ahtaaminen yhteen työhön ei ollut tarkoituksenmukaista. Työtä tehdessäni yritin pitää aiheet mahdollisimman helposti luettavana sekä pitämällä tason hiukan pintaa syvemmällä.

Lähteet

- 1 Viemäriputket ja osat. 2016. Kuva. Suomen Talotuote Oy. <<http://www.talotuote.fi/MUHVIPUTKI-HTP-110X6000-402034>>. Luettu 25.9.2016.
- 2 Sadevesiviemärit. 2015. Verkkodokumentti. Uponor Oyj. <https://www.uponor.fi/~media/countryspecific/finland/download-centre/house-drainage/brochures/38001_rakennusten_kuivatus_02_2015.pdf?version=1>. Luettu 25.9.2016.
- 3 Paineputket ja paineviemärit. 2016. Kuva. Meltex Oy Plastics. <<http://www.meltex.fi/tuotteet/lvi-jarjestelmat/paineputket-ja-viemarit/paineputket-ja-paineviemarit.html>>. Luettu 25.9.2016.
- 4 Salaojaputket. 2016. Kuva. Suomen Talotuote Oy. <<http://www.talotuote.fi/SALAOJAPUTKI-TUPLA-SN8>>. Luettu 25.9.2016.
- 5 Muoviputket. 2016. Kuva. Taloon Yhtiöt Oy. <<http://www.taloon.com/muoviputki-siniraita-pelm-25-10-100m/LVI-1812025/dp>>. Luettu 25.9.2016.
- 6 Kaivot. 2016. Kuva. Nordkredit Oy. <<http://www.kuninga-huone.com/kauppa/salaoja-sadevesi-ja-viemarikaivot/8773-perusvesikaivo-pvk-500-315.html>>. Luettu 25.9.2016.
- 7 Tarkastuskaivopaketti. 2014. Verkkodokumentti. Talokaivo Oy. <http://www.talokaivo.fi/core/wp-content/uploads/2014/03/110_Tarkastuskaivopaketti-TK-400-3151.pdf>. Luettu 25.9.2016.
- 8 Sadevesikaivopaketti. 2014. Verkkodokumentti. Talokaivo Oy. <http://www.talokaivo.fi/core/wp-content/uploads/2014/03/335_sadevesikaivopaketti-SVK-500-3151.pdf>. Luettu 25.9.2016.
- 9 Salaojakaivopaketti. 2014. Verkkodokumentti. Talokaivo Oy. <http://www.talokaivo.fi/core/wp-content/uploads/2014/03/339_Salaojakaivopaketti-SOK-3151.pdf>. Luettu 25.9.2016.
- 10 Betoniset kaivonrenkaat. 2016. Kuva. Rudus Oy. <<http://www.rudus.fi/tuotteet/kaivot-ja-putket/ek-jarjestelma-kaivot-ja-putket/1632/ek-kaivonrenkaat>>. Luettu 23.10.2016.
- 11 Kaivon jäätymissuoja. 2016. Kuva. Suomen Talotuote Oy. <<http://www.talotuote.fi/JAATYMISSUOJA-KAIVOON-315>>. Luettu 25.9.2016.
- 12 Pumppaamon käyttöohje. 2009. Verkkodokumentti. Oy Lining Ab. <http://www.mvo.fi/tiedostot/lining_pumppaamon_kaytto_ja_perushuolto-ohje.pdf>. Luettu 25.9.2016.

- 13 Pumppaamo Voima. 2014. Verkkodokumentti. Talokaivo Oy. <http://www.talokaivo.fi/core/wp-content/uploads/2014/02/414_Voima.pdf>. Luettu 25.9.2016
- 14 Hiekan- ja öljynerottimet. 2015. Verkkodokumentti. Wavin-Labko Oy. <<http://labko.wavin.com/web/download?uuid=29a42854-e900-4574-86b0-0dbcf396f90f>>. Luettu 25.9.2016
- 15 Hiekan- ja öljynerotin. 2016. Kuva. Suomen Talotuote Oy. <<http://www.talotuote.fi/OLJYN-JA-HIEKANEROTIN-TALOKAIVO-A/04-HEPO>>. Luettu 25.9.2016
- 16 Rasvanerottimet. 2011. Verkkodokumentti. NCH Eurooppa. <<http://www.bioamp.fi/grease-traps>>. Luettu 25.9.2016
- 17 Rasvanerotin. 2016. Kuva. ACO Nordic Oy. <<http://www.bioamp.fi/grease-traps>>. Luettu 26.9.2016
- 18 Panospuhdistamon käsikirja. 2007. Verkkodokumentti. Uponor Oyj. <<https://www.uponor.fi/~media/countryspecific/finland/download-centre/waste-water-treatment/arkistossa/30706-panospuhdistamo-7-kasikirja-03-2007.pdf?version=1>>. Luettu 26.9.2016
- 19 Jätevesijärjestelmät. 2016. Verkkodokumentti. Uponor Oyj. <<https://www.uponor.fi/tuotejarjestelmat/jatevesijarjestelmat.aspx>>. Luettu 27.10.2016
- 20 Panospuhdistamo. 2016. Kuva. M&M Visions Oy. <<http://www.talotarvike.com/labko-panospuhdistamo-biokem-6-2-8-m3-p4292>>. Luettu 26.9.2016
- 21 Viivytytys ja imeytys. 2016. Verkkodokumentti. Meltex Oy Plastics. <<http://www.meltex.fi/tuotteet/salaoja-ja-sadevesijarjestelmat/sadeveden-viivytytys-kerays-ja-imeytys.html>>. Luettu 26.9.2016
- 22 Hulevesitunnelit. 2016. Kuva. Meltex Oy Plastics. <<http://www.meltex.fi/tuotteet/salaoja-ja-sadevesijarjestelmat/sadeveden-viivytytys-kerays-ja-imeytys/meltex-hulevesitunneli.html>>. Luettu 26.9.2016
- 23 Kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteistot. 2007. Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa D1. Verkkodokumentti. Ympäristöministeriö. Finlex.
- 24 Omakotitalon salaojitus ja sadevesijärjestelmien toimintaperiaate. 2012. Verkkodokumentti. Suomela – Oman talon käsikirja. <<http://www.suomela.fi/salaojitus-ja-sadevesijarjestelma-periaate>>. Luettu 3.10.2016
- 25 Jäte-, sade-, kuivatusvesikaivot. 1993. RT-kortisto 66-10496. Helsinki: Rakenustieto Oy.

- 26 Pumppaamot. 1993. RT-kortisto 66-10530. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- 27 Pumppaamon nostokorkeus. 2010. Verkkodokumentti. Meltex Oy Plastics.
<<http://www.meltex.fi/tuotteet/infra-maa-ja-vesirakentaminen/pumppaamot/mx-pumppaamot.html>>. Luettu 4.10.2016
- 28 Hulevesien hallinta. 2015. RT-kortisto 89-11196. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- 29 Hulevesien imeyttäminen. 2016. Verkkodokumentti. Uponor Oyj.
<<https://www.uponor.fi/tuotejarjestelmat/hulevesiputkistot/hulevesien-imeyttaminen.aspx>>. Luettu 4.10.2016
- 30 Pumppaamon asennusohjeet. 2010. Verkkodokumentti. Talokaivo Oy.
<http://www.talokaivo.fi/core/wp-content/uploads/2014/03/2010_Pumppaamon_asennusohjeet.pdf>. Luettu 5.10.2016
- 31 Panospuhdistamon asennusohjeet. 2016. Verkkodokumentti. Pipelife Finland Oy.
<<http://www.pipelife.fi/media/fi/Asennusohjeet/Ymparisto/V6-panospuhdistamo-asentaminen1.pdf>>. Luettu 5.10.2016
- 32 Hulevesikasetit ja -tunnelit. 2013. Verkkodokumentti. Uponor Oyj.
<<https://www.uponor.fi/tuotejarjestelmat/hulevesiputkistot/hulevesien-imeyttaminen.aspx>>. Luettu 5.10.2016